



TUGAS AKHIR - RP 141051

**ANALISIS KEBUTUHAN PENGAIRAN KAWASAN
PERTANIAN BERDASAR BENCANA KEKERINGAN
DI KABUPATEN LAMONGAN BERBASIS SISTEM
INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)**

MAULANA IKRAM WIBISANA
NRP 3613 100 063

Dosen Pembimbing
Cahyono Susetyo S.T., M.Sc., Ph.D

DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - 141501

**ANALISIS KEBUTUHAN PENGAIRAN KAWASAN
PERTANIAN BERDASAR BENCANA KEKERINGAN DI
KABUPATEN LAMONGAN BERBASIS SISTEM
INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)**

**MAULANA IKRAM WIBISANA
NRP 3613100063**

**Dosen Pembimbing
Cahyono Susetyo S.T., M.Sc., Ph.D.**

**JURUSAN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT - 141501

**ANALYSIS OF AGRICULTURAL WATER IRRIGATION
NEEDS BASED ON DROUGHT CONDITION IN
LAMONGAN DISTRICT USING GEOGRAPHIC
INFORMATION SYSTEM (GIS)**

**MAULANA IKRAM WIBISANA
NRP 3613100063**

**Supervisor
Cahyono Susetyo S.T., M.Sc., Ph.D.**

**DEPARTMENT OF URBAN AND REGIONAL PLANNING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KEBUTUHAN PENGAIRAN KAWASAN PERTANIAN BERDASAR BENCANA KEKERINGAN DI KABUPATEN LAMONGAN BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada**

**Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

**MAULANA IKRAM WIBISANA
NRP. 3613 100 063**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

**Cahyono Susetyo S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 1978010820031210002**

SURABAYA, JULI 2017

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

Analisis Kebutuhan Pengairan Kawasan Pertanian Berdasar Bencana Kekeringan di Kabupaten Lamongan Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG)

Nama ; Maulana Ikram Wibisana
Nrp : 3613100063
Jurusan : Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Dosen Pembimbing : Cahyono Susetyo S.T., M.Sc., Ph.D

Abstrak

Kekeringan merupakan bencana yang terjadi dikarenakan perubahan iklim dan sulit untuk diprediksi. Kekeringan dapat di mitigasi dengan cara memberikan skenario pengairan yang tepat. Kawasan yang dipilih pada penelitian ini adalah Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. Adapun dicantumkan pada peta indeks resiko bencana indonesia oleh BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) tahun 2013, di ketahui bahwa Kabupaten lamongan mempunyai resiko tinggi terhadap bencana kekeringan. Deteksi wilayah kekeringan pada penelitian ini akan menggunakan metode *remote sensing* dimana akan dihasilkan indeks TVDI,yang merupakan metode penentuan tingkat kekeringan dengan menggunakan data dasar *remote sensing*.

TVDI dapat dihasilkan melalui pembentukan hubungan segitiga antara NDVI dan LST. Metode dalam menentukan resiko menggunakan teknik *overlay* untuk menentukan kawasan resiko dari paling beresiko hingga tidak beresiko atau rendah. Asumsi penetapan resiko berdasarkan kedekatan dengan sumber air dan irigasi eksisting yang ada, dengan anggapan bahwa semakin dekat dengan sumber air atau irigasi eksisting, maka wilayah tersebut memiliki kemampuan untuk mengurangi dampak kekeringan

lebih besar daripada dengan kawasan yang tidak dekat / tidak terjangkau oleh sumber air. Adapun setelah mengetahui tingkat resiko, dapat dikalkulasi secara matematis terkait kebutuhan akan jaringan irigasi dan air untuk pengairan irigasi, menyesuaikan dengan tingkat resikonya.

Model kekeringan TVDI pada Kabupaten Lamongan yang di dapatkan adalah
$$TVDI = \frac{LST - (-32 * NDVI + 21.76)}{50.99 - 14.92 * NDVI}$$
. Selain itu diketahui bahwa kawasan kabupaten lamongan terdiri dari 3 tingkat kekeringan, normal hingga sangat tinggi. Untuk tingkat kekeringan tinggi berada pada wilayah selatan dan tenggara dengan luas sekitar 34.796 ha. Berdasarkan data tingkat kekeringan, dilakukan analisa overlay tingkat resiko bencana kekeringan, dan didapatkan 5 tingkatan resiko, dari tidak berisiko (5) hingga sangat berisiko (1). Resiko tingkat 1 dan 2 memiliki total luas sekitar 50.000Ha, dimana tersebar pada hampir seluruh kecamatan. Total kebutuhan air irigasi pertanian Kabupaten Lamongan yang telah dikalkulasi berdasarkan luas areal resiko bencana kekeringan adalah 3.320.905 L/bulan/m² Sehingga kawasan pada daerah selatan atau tenggara kabupaten lamongan antara lain kecamatan Mantup, Kembangbahu, Ngimbang, Modo, Bluluk, dan Tikung lebih membutuhkan jaringan irigasi, dan wilayah tengah dengan resiko rendah dan sangat rendah tidak membutuhkan terlalu banyak jaringan irigasi tambahan, hanya perlu peningkatan pada irigasi yang ada.

Kata Kunci: Kekeringan, LST, NDVI, TVDI, Skenario, Jaringan Irigasi, Tingkat kekeringan, Kabupaten lamongan

**Analysis of Agricultural Water Irrigation Needs
Based on Drought Condition in Lamongan District
Using Geographic Information System (GIS)**

Name ; Maulana Ikram Wibisana
Nrp : 3613100063
Department : Department of Urban and Regional
Planning, Faculty of Civil
Engineering and Planning, Sepuluh
Nopember Institute of Technology
Thesis Advisor : Cahyono Susetyo S.T., M.Sc., Ph.D

Abstract

Drought is a disaster that occurs due to climate change and also difficult to predict. Drought can be mitigated by providing appropriate water irrigation scenarios. The area that chosen for this study is Lamongan District, East Java. As stated on the indonesia's disaster risk index map by BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) year 2013, known that Lamongan District have a high risk to drought disaster. Detection of drought areas in this study will use remote sensing method which will produce TVDI index, which is a method to determine the drought levels by using remote sensing base data.

TVDI can be created through the establishment of a triangular relationship between NDVI and LST. The Methods in determining disaster risk rate is using overlay techniques to determine the area of disaster risk from high risk, low risk, or even not at all. The Assumption of disaster risk determination based on proximity to existing water sources and existing irrigation, assuming that the closer the area to the existing water source or irrigation, the more the area has the ability to reduce the impact of drought disaster greater and better than the area that is not near or not reachable by water sources. Therefore,

after knowing the disaster risk levels, then the agricultural irrigation and water supply needs of the irrigation can be calculated mathematically adjusting to the level disaster risk.

*The model of TVDI drought index that accuired in Lamongan District is $TVDI = \frac{LST - (-32 * NDVI + 21.76)}{50.99 - 14.92 * NDVI}$. Also based on the analysis known that Lamongan district consists of 3 levels of drought disaster, from normal to very high. For high level drought are located in the south and southeast with the size about 34,796 ha. Therefore based on the drought disaster level data's, then drought disaster risk analyzed using overlay techniques, and obtained 5 levels of drought disaster risk, from not at risk (5) until very high risk (1). Risk at the level 1 and 2 has a total area around 50.000 ha, which distributed in every sub-districts. Based on that, then the total of water irrigation needs for Lamongan district which already been calculated is 3.320.905 L/month/m². So based on that the area in the south or southeast of the Lamongan District which are Mantup, Kembangbahu, Ngimbang, Modo, Bluluk, and Tikung needs more irrigation networks than the others district, and also the middle area with low risk and very low risk does not require too much additional irrigation networks, therefore this type of area only need improvement on exsisting Irrigation.*

Keywords: *Drought, LST, NDVI, TVDI, Scenario, Irrigation Network, Drought Level, Lamongan District*

Kata Pengantar

Assalamu'alaikum wr.wb.

Puji dan syukur marilah kita panjatkan ke hadirat Allah SWT karena berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan naskah seminar yang berjudul **“Analisis Kebutuhan Pengairan Kawasan Pertanian Berdasar Bencana Kekeringan di Kabupaten Lamongan Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG)”** ini dengan tepat waktu.

Penyusunan naskah tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis ingin berterima kasih kepada:

- (1) Kedua orang tua penulis, Baiq Sri Azemi Yuliani dan Djoko Saryono, yang selalu mendukung berbagai upaya yang telah dilakukan penulis.
- (2) Bapak Cahyono Susetyo, S.T, M.Sc, sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing penulis mulai dari pengembangan ide hingga proses penulisan
- (3) Bapak Mochamad Yusuf, S.T, M.Sc, dan Fendy Firmansyaf, S.T, M.Sc, sebagai penguji pada sidang pembahasan yang telah memberikan banyak masukan dan saran yang membangun.
- (4) Dimas, Sari, Virta, Marindi, Della, Diaz yang sudah menemani dan menyemangati dalam mengerjakan tugas akhir bersama – sama hingga dapat menyelesaikan tugas akhir jurusan perencanaan wilayah dan kota dengan bersama pula.
- (5) Teman – teman satu bimbingan pak ono, yaitu Jennie, Ali, Aga, Rio dan Edo yang selalu memeriahkan hari – hari dalam mengerjakan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- (6) Teman - teman PWK ITS angkatan 2013, OSTEON, yang telah mewarnai masa perkuliahan

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam naskah seminar ini sehingga masih memerlukan proses penyempurnaan. Akhir kata, penulis berharap bahwa naskah seminar ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Wassalam.

Surabaya, April 2017

Penulis

Daftar Isi

| | |
|---------------------------------------|----------|
| HALAMAN SAMPUL | i |
| COVER | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN..... | iii |
| Abstrak | v |
| <i>Abstract</i> | vii |
| Kata Pengantar | ix |
| Daftar Isi | xi |
| Daftar Tabel..... | xvi |
| Daftar Gambar | xix |
| Daftar Peta..... | xxi |
| Daftar Lampiran | xxii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Tujuan dan Sasaran | 3 |
| 1.4. Ruang Lingkup | 4 |
| 1.4.1. Ruang Lingkup Substansi..... | 4 |
| 1.4.2. Ruang Lingkup Pembahasan | 4 |
| 1.4.3. Ruang Lingkup Wilayah..... | 5 |
| 1.5. Manfaat Penelitian..... | 5 |
| 1.5.1. Manfaat Teoritis | 5 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 1.5.2. | Manfaat Praktis..... | 5 |
| 1.6. | Kerangka Berpikir | 6 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | | 11 |
| 2.1. | Pertanian Sebagai Tulang Punggung Perekonomian Indonesia..... | 11 |
| 2.2. | Kekeringan Menghambat Laju Perekonomian | 11 |
| 2.3. | Identifikasi Bencana Kekeringan | 13 |
| 2.3.1. | <i>Land Satelite</i> (Citra Landsat)..... | 13 |
| 2.3.2. | Geographic Information System (GIS) | 17 |
| 2.3.3. | Deteksi Tingkat Kekeringan dengan TVDI..... | 18 |
| 2.3.4. | TVDI (Temperature Vegetation Dryness Index). 19 | |
| 2.3.5. | NDVI..... | 24 |
| 2.3.6. | LST..... | 25 |
| 2.3.7. | <i>Land Use</i> (Penggunaan Lahan) | 27 |
| 2.4. | Konsep Penetapan Resiko Kekeringan..... | 27 |
| 2.5. | Konsep Perhitungan Pengairan Lahan Kering | 36 |
| 2.6. | Sintesa Pustaka | 41 |
| BAB III METODE PENELITIAN | | 43 |
| 3.1. | Pendekatan Penelitian..... | 43 |
| 3.2. | Jenis Penelitian | 43 |
| 3.3. | Populasi dan Sampel | 43 |
| 3.4. | Variabel Penelitian | 44 |
| 4.5. | Metode Penelitian..... | 46 |
| 4.5.1. | Metode Pengumpulan Data | 46 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 4.5.1.1. | Metode Pengumpulan Data Primer..... | 46 |
| 4.5.1.2. | Metode Pengumpulan Data Sekunder | 46 |
| 4.5.2. | Teknik Analisis..... | 46 |
| 3.5.2.1. | Teknik Interpretasi Citra Digital..... | 47 |
| 3.5.2.2. | Teknik Sistem Informasi Geografis..... | 53 |
| 3.5.2.3. | Asumsi Penentuan Zona Resiko | 57 |
| 3.5.2.4. | Metode Penentuan Kebutuhan Pengairan | 58 |
| 4.6. | Tahapan Penelitian | 60 |
| 3.6.1. | Perumusan Masalah..... | 60 |
| 3.6.2. | Studi Pustaka | 60 |
| 3.6.3. | Pengumpulan Data | 60 |
| 3.6.4. | Analisis Data | 60 |
| 3.6.5. | Penarikan Kesimpulan..... | 61 |
| 4.7. | Alur Logika Kerangka Pengerjaan | 61 |
| 4.8. | Keterkaitan Sasaran, Variable dan Output | 65 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 69 |
| 4.1. | Gambaran Umum Wilayah Penelitian..... | 69 |
| 4.1.1. | Ekonomi | 75 |
| 4.1.1.1. | PDRB..... | 75 |
| 4.1.1.2. | Produksi Komoditas | 77 |
| 4.1.2. | Fisik Dasar..... | 78 |
| 4.1.2.1. | Topografi | 78 |
| 4.1.2.2. | Geologi | 79 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 4.1.2.3. | Jenis Tanah | 80 |
| 4.1.2.4. | Kemampuan Tanah..... | 81 |
| 4.1.2.5. | Klimatologi..... | 84 |
| 4.1.2.6. | Hidrologi..... | 84 |
| 4.1.2.7. | Klasifikasi Kawasan Pertanian Sawah..... | 85 |
| 4.1.3. | Tata Guna Lahan | 86 |
| 4.1.3.1. | Tata Guna Lahan Eksisting..... | 86 |
| 4.1.3.2. | Pola Ruang..... | 87 |
| 4.1.3.3. | Perbandingan Luasan Kawasan Pertanian Sebenarnya dengan Luasan pada RTRW Kab. Lamongan | 91 |
| 4.1.3.4. | Kerugian Pertanian Akibat Kekeringan..... | 95 |
| 4.1.4. | Kondisi Kekeringan di Kabupaten Lamongan | 97 |
| 4.1.5. | Kondisi curah hujan..... | 99 |
| 4.1.6. | Sumber air dan jaringan irigasi eksisting | 100 |
| 4.2. | Pembahasan | 111 |
| 4.2.1. | Batasan Analisa Penelitian | 111 |
| 4.2.2. | Analisa Tingkat Kekeringan..... | 111 |
| 4.2.2.1. | Olah Data Citra Landsat 8 | 112 |
| 4.2.2.2. | Pembentukan NDVI | 114 |
| 4.2.2.3. | Pembentukan LST | 119 |
| 4.2.2.4. | Analisa TVDI | 131 |
| 4.2.3. | Pembentukan Zona Resiko Kekeringan terhadap Sumber Air | 147 |

| | | |
|--|--|------------|
| 4.2.4. | Skenario Pengairan Berdasarkan Tingkat Resiko Kekeringan | 164 |
| BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI..... | | 177 |
| 5.1. | Kesimpulan | 177 |
| 5.2. | Rekomendasi | 178 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 181 |
| LAMPIRAN | | 185 |

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

Daftar Tabel

| | |
|--|-----|
| Tabel II. 1 Klasifikasi TVDI | 24 |
| Tabel II. 2 Klasifikasi NDVI..... | 25 |
| Tabel II. 3 Tabel Sintesa <i>Water Source Buffer Zones</i> | 32 |
| Tabel II. 4 Tabel Variable Sintesa Pustaka | 41 |
| Tabel III. 1 Tabel Variable Sintesa Pustaka | 44 |
| Tabel III 2 Tabel Keterkaitan Sasaran, Variable dan Output | 65 |
| Tabel IV. 1 Nama Kecamatan dan Jaraknya ke Ibukota Kabupaten Lamongan..... | 70 |
| Tabel IV. 2 Kawasan Pertanian di Kabupaten Lamongan..... | 72 |
| Tabel IV. 3 PDRB Atas Harga Berlaku Kabupaten Lamongan Tahun 2011-2015 | 75 |
| Tabel IV. 4 Hasil Produksi Pertanian Kabupaten Lamongan Tahun 2015..... | 77 |
| Tabel IV. 5 Luasan Berdasarkan Klasifikasi Kemiringan di Kabupaten Lamongan Tiap Kecamatan | 78 |
| Tabel IV. 6 Luas Menurut Jenis Tanah Kabupaten Lamongan... | 81 |
| Tabel IV. 7 Luas Dirinci Menurut Kemampuan Tanah Kabupaten Lamongan..... | 81 |
| Tabel IV. 8 Lokasi Genangan di Kabupaten Lamongan Berdasarkan Periodik Waktu..... | 85 |
| Tabel IV. 9 Luasan Klasifikasi Kawasan Pertanian di Kabupaten Lamongan..... | 86 |
| Tabel IV. 10 Luasan Tata Guna Lahan Eksisting..... | 86 |
| Tabel IV. 11 Luasan Pola Ruang..... | 87 |
| Tabel IV. 12 Kerugian Pertanian Akibat Kekeringan | 96 |
| Tabel IV. 13 Data Curah Hujan 2016 - 2017 | 99 |
| Tabel IV. 14 Daftar Sumber Mata Air..... | 100 |

| | |
|--|-----|
| Tabel IV. 15 Daftar Waduk Kabupaten Lamongan..... | 103 |
| Tabel IV. 16 Daftar Kali dan DAS | 105 |
| Tabel IV. 17 Jaringan irigasi eksisting Kabupaten Lamongan.. | 108 |
| Tabel IV. 18 Lahan Kekeringan TVDI Kab. Lamongan..... | 145 |
| Tabel IV. 19 Lahan Kekeringan TVDI Kawasan Pertanian..... | 146 |
| Tabel IV. 20 Tabel Sintesa <i>Water Source Buffer Zones</i> | 149 |
| Tabel IV. 21 Klasifikasi Skor Resiko Kekeringan di Kab. Lamongan..... | 154 |
| Tabel IV. 22 Luasan Resiko Kekeringan di Kab. Lamongan.... | 159 |
| Tabel IV. 23 Luasan Resiko Kekeringan Pertanian di Kab. Lamongan..... | 162 |
| Tabel IV. 24 Kebutuhan Jaringan Irigasi di Kab. Lamongan.... | 165 |
| Tabel IV. 25 Jumlah Penggunaan Air Irigasi terhadap Resiko Kekeringan di Kab. Lamongan | 171 |

Daftar Gambar

| | |
|---|-----|
| Gambar I. 1 Kerangka Berpikir | 6 |
| Gambar II. 1 Perbandingan Citra Satelit 8 dan 7ETM+ | 15 |
| Gambar II.2 Perbandingan <i>Wavelength</i> Citra Satelit 8 dan 7ETM+ | 17 |
| Gambar II. 3 Konsep Ruang LST / NDVI..... | 20 |
| Gambar II. 4 Konsep Algoritma TVDI | 21 |
| Gambar II. 5 Konsep Batas Basah dan Kering TVDI | 23 |
| Gambar II. 6 Konsep <i>Overlay</i> | 31 |
| Gambar II. 7 Konsep Koordinat Jarak..... | 34 |
| Gambar II. 8 Konsep Perhitungan <i>Eucledian Distance</i> | 35 |
| Gambar II. 9 Contoh Output <i>Eucledian Distance</i> | 36 |
| Gambar III. 1 Proses Pembentukan LST | 48 |
| Gambar III. 2 Konsep Ruang LST / NDVI | 51 |
| Gambar III. 3 Konsep Batas Basah dan Kering TVDI | 52 |
| Gambar III 4 Konsep | 55 |
| Gambar III. 5 Konsep Perhitungan..... | 56 |
| Gambar III 6 Kerangka Pengerjaan..... | 63 |
| Gambar IV. 1 Cakupan Perbedaan Lahan Pertanian Eksisting 2016 dan RTRW Kab. Lamongan | 95 |
| Gambar IV. 2 Kondisi Kekeringan Kabupaten Lamongan | 97 |
| Gambar I.V 3 Citra Satelit Landsat 8, (1) 118x065, (2) 119x065 | 112 |
| Gambar IV. 4 Mosaic Citra Satelit Landsat 8 | 113 |
| Gambar IV. 5 Citra Satelit Landsat 8 Extracted Kab. Lamongan | 114 |

| | |
|---|-----|
| Gambar IV. 6 <i>Image Analysys NDVI</i> | 115 |
| Gambar IV. 7 Transformasi NDVI Kab. Lamongan | 116 |
| Gambar IV 8 Hubungan <i>Radiance</i> dan <i>Temperature</i> antara Band 11 dan Band 10..... | 119 |
| Gambar IV. 9 Kalkulasi <i>TOA Spectral Radiance</i> | 121 |
| Gambar IV. 10 <i>TOA Spectral Radiance</i> Kab. Lamongan | 121 |
| Gambar IV. 11 Kalkulasi <i>Satelite Brightness Index</i> | 123 |
| Gambar IV. 12 <i>Satelite Brightness Index</i> Kab. Lamongan | 123 |
| Gambar IV. 13 Kalkulasi <i>Proportion of Vegetation</i> | 124 |
| Gambar IV. 14 <i>Proportion of Vegetation</i> Kab. Lamongan | 125 |
| Gambar IV. 15 Kalkulasi <i>LSE</i> | 126 |
| Gambar IV. 16 <i>LSE</i> Kab. Lamongan | 126 |
| Gambar IV. 17 Kalkulasi <i>LST</i> | 128 |
| Gambar IV. 18 <i>LST</i> | 131 |
| Gambar IV. 19 <i>Sebaran Titik Sample</i> | 133 |
| Gambar IV. 20 <i>Analisa Scatterplot NDVI dan LST</i> | 134 |
| Gambar IV 21 <i>TVDI</i> | 135 |
| Gambar IV. 22 <i>Reclassify TVDI</i> | 139 |
| Gambar IV. 23 Buffer Sumber Air..... | 149 |
| Gambar IV. 24 Resiko Kekeringan | 159 |

Daftar Peta

| | |
|--|-----|
| Peta I. 1 Batas Administratif Kabupaten Lamongan | 7 |
| Peta I. 2 Peta Tata Guna Lahan Kabupaten Lamongan | 9 |
| | |
| Peta IV. 1 Peta Tata Guna Lahan | 89 |
| Peta IV. 2 Lahan Pertanian Eksisting 2016 Kabupaten Lamongan | 93 |
| Peta IV. 3 Peta Sumber Air dan Jaringan Irigasi Eksisting | 109 |
| Peta IV. 4 NDVI (<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>).... | 117 |
| Peta IV. 5 <i>LST</i> | 129 |
| Peta IV. 6 <i>TVDI</i> | 137 |
| Peta IV 7 <i>Reclassify TVDI</i> | 141 |
| Peta IV. 8 <i>TVDI Pertanian</i> | 143 |
| Peta IV. 9 Buffer Sumber Air | 151 |
| Peta IV. 10 Resiko Kekeringan Terhadap Sumber Air | 155 |
| Peta IV. 11 Resiko Kekeringan Pada Kawasan Pertanian | 157 |
| Peta IV. 12 Kebutuhan Jaringan Irigasi Per Kecamatan | 169 |
| Peta IV. 13 Kebutuhan air guna pengairan jaringan irigasi per kecamatan | 175 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Daftar Lampiran

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Lampiran 1 Titik Sampel LST..... | 185 |
| Lampiran 2 Titik Sampel NDVI..... | 193 |
| Lampiran 3 Peta Pengerjaan LST..... | 201 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kekeringan merupakan bencana yang terjadi dikarenakan perubahan iklim dan sulit untuk diprediksi. Kekeringan dapat di mitigasi dengan cara memberikan skenario pengairan yang tepat. Pada penelitian ini dilakukan proses analisa spasial untuk menciptakan skenario pengairan yang tepat terhadap suatu kawasan. Deteksi wilayah kekeringan pada penelitian ini akan menggunakan metode *remote sensing* dimana akan dihasilkan indeks TVDI, dimana juga berperan sebagai dasar data untuk menciptakan hasil akhir penelitian ini yaitu berupa skenario pengairan. Berdasarkan Chen. et. al. (2011) penentuan tingkat kekeringan dengan menggunakan data dasar kebumihan atau *remote sensing* akan lebih akurat daripada menggunakan data numerik seperti curah hujan, dikarenakan data yang dihasilkan akan lebih akurat berdasar keseluruhan pixel yang ada pada area penelitian.

Wilayah yang dipilih untuk penelitian ini adalah wilayah dengan potensi pertanian yang besar dan juga memiliki ancaman kekeringan yang cukup tinggi. Wilayah yang terpilih adalah kabupaten lamongan. Adapun dicantumkan pada peta indeks resiko bencana oleh BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) tahun 2013 di ketahui bahwa Kabupaten lamongan mempunyai resiko tinggi terhadap bencana kekeringan, Kabupaten Lamongan merupakan wilayah dengan tingkat kekeringan tinggi dengan wilayah pertanian yang luas khususnya LP2B.

Kekeringan pada Kabupaten Lamongan disebabkan oleh perubahan cuaca yang tidak menentu. Berdasarkan Kepala BPBD Kabupaten Lamongan, Mubarok (2015), kekeringan pada kabupaten lamongan sering kali tidak menentu. Dimana terjadi

pada bulan – bulan yang tidak seharusnya dan seringkali berujung pada terjadinya kemarau panjang yang menyebabkan tingkat kekeringan pada Kabupaten Lamongan meningkat pada tahun tersebut. Selain itu kekeringan di kabupaten lamongan juga disebabkan oleh terjadinya pergeseran DAS utama di wilayah hulu yang membuat lahan beralih fungsi dari vegetasi menjadi non-vegetasi. Efek dari perubahan tersebut adalah sistem resapan air dan distribusi air yang kacau sehingga menyebabkan kekeringan.

Kekeringan tentu sangat merugikan pendapatan sektoral Lamongan khususnya Pertanian yang berkemungkinan untuk mengurangi pendapatan provinsi jawa timur, mengingat lamongan merupakan kawasan strategis pertanian ke 2 setelah jember di tingkat provinsi jawa timur, Kepala Dinas Pertanian Kabupaten Lamongan Ir. Safuan (2013) menyatakan, "Luasan lahan pertanian yang terancam kekeringan mencapai 5.679 hektar, terdapat di 33 kecamatan yang berada di 138 desa. Kerugian mencapai sekitar Rp 1,5 miliar. Hasil panen di Kabupaten Lamongan mengalami kerugian 436 ton beras," Kerugian semacam itu masih terjadi hingga tahun 2016 di akibatkan oleh bencana kekeringan setiap tahunnya.

Sementara itu, Berdasarkan media cetak yang beredar pada 23 September 2014, terdapat 7 kecamatan di kabupaten Lamongan terkait kebutuhan air meliputi Giriwoyo (4 desa krisis air, ada 1786 keluarga dan 6461 jiwa), Nguntoronadi (5 desa, 1001 keluarga, 3103 jiwa), Eromoko (4 desa, 1580 keluarga dan 6622 jiwa), Manyaran (2 desa, 590 keluarga dan 2181 jiwa), Paranggupito (8 desa, 2922 keluarga, dan 8456 jiwa), Pracimantoro (9 desa, 6010 keluarga dan 19180 jiwa) serta Giritontro 5 desa, 3465 keluarga dan 12133 jiwa). Data tersebut menunjukkan besarnya kerugian yang di sebabkan oleh kekeringan di kabupaten Lamongan.

Sejauh ini proses yang telah dilakukan menurut BPBD sendiri masih tidak cocok karena berbagai hal. Adapun faktanya sumber air masih belum dimanfaatkan secara maksimal. Maka

dari itu diperlukan pemanfaatan DAS, Waduk dan mata air sekitar dalam sebuah sistem pengairan yang efektif.

Kabupaten Lamongan, Jawa timur memiliki potensi bencana kekeringan yang tinggi, akan tetapi tidak didukung dengan perencanaan pengelolaan air dan pengairan yang tepat. Sehingga problematika kekurangan air bersih setiap tahunnya menyebabkan kerugian panen yang massif. Melihat hal tersebut, penelitian ini di harapkan akan memberikan Skenario pengairan yang tepat dan sesuai dengan kabupaten Lamongan sehingga dapat mengurangi dampak kekeringan sector pertanian di kabupaten Lamongan, jawa timur.

1.2. Rumusan Masalah

Keberadaan Inti permasalahan penelitian ini adalah “Belum adanya analisa terkait Skenario Pengairan menyesuaikan tingkat resiko kekeringan yang ada di kabupaten Lamongan sebagai salah satu solusi dalam mengurangi dampak ekonomis dan fisik pada sector pertanian akibat kekeringan”. Adapun masalah yang akan dikaji adalah sebagai berikut;

1. Apa saja faktor – faktor penentu tingkat kekeringan di kabupaten lamongan?
2. Bagaimana tingkat ancaman bencana kekeringan di kabupaten Lamongan?
3. Bagaimana tingkat resiko bencana kekeringan terhadap pertanian di kabupaten Lamongan ?
4. Bagaimana perhitungan kebutuhan pengairan yang sesuai terhadap resiko kekeringan, guna mengurangi dampak bencana kekeringan di kabupaten lamongan?

1.3. Tujuan dan Sasaran

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kebutuhan pengairan guna mengatasi dampak bencana kekeringan di kabupaten Lamongan dengan metode analisa berbasis Sistem

Informasi Geografi. Adapun sasaran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Mengidentifikasi faktor – faktor penentu tingkat kekeringan di kabupaten lamongan
2. Mengidentifikasi Tingkat ancaman bencana kekeringan di Kabupaten Lamongan menggunakan indeks TVDI
3. Mengetahui Tingkat resiko bencana kekeringan terhadap sektor pertanian di kabupaten Lamongan
4. Mengidentifikasi Kebutuhan pengairan yang sesuai guna mengurangi dampak bencana kekeringan di kabupaten Lamongan.

1.4. Ruang Lingkup

1.4.1. Ruang Lingkup Substansi

Substansi yang dibahas dalam penelitian ini meliputi mitigasi bencana kekeringan dengan metode identifikasi kekeringan dan identifikasi pola pengairan yang tepat.

1.4.2. Ruang Lingkup Pembahasan

Ruang lingkup pembahasan berisi mengenai batasan materi yang akan dibahas dalam penelitian. Pada penelitian ini, lingkup pembahasan materi yang akan dibahas adalah mengenai mitigasi kekeringan di wilayah Lamongan terkait penentuan tingkat ancaman dan resiko kekeringan kedepan, dilanjutkan dengan perhitungan skenario pengairan yang tepat sesuai dengan tingkat ancaman dan resiko yang di dapatkan. Adapun beberapa batas lain dalam penelitian ini adalah,

- Penelitian hanya sebesar kabupaten lamongan saja
- Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah bertahap, dari identifikasi kekeringan, identifikasi resiko, dan kalkulasi skenario pengairan.

- Konsep penentuan resiko kekeringan berdasarkan kedekatan dengan sumber air dan irigasi eksisting di kabupaten lamongan.

1.4.3. Ruang Lingkup Wilayah

- Batas Administratif
Batas administrative wilayah studi penelitian ini adalah di kabupaten Lamongan, jawa timur. Peta dilampirkan pada halaman berikutnya. **Peta I.1. Batas Administratif Kabupaten Lamongan**
- Batas wilayah studi
Batas wilayah studi dalam penelitian ini adalah kawasan pertanian di kabupaten Lamongan, jawa timur yang mengalami kerugian. Peta dilampirkan pada halaman berikutnya. **Peta 1.2. Peta Tata Guna Lahan Pertanian Kabupaten Lamongan**

1.5. Manfaat Penelitian

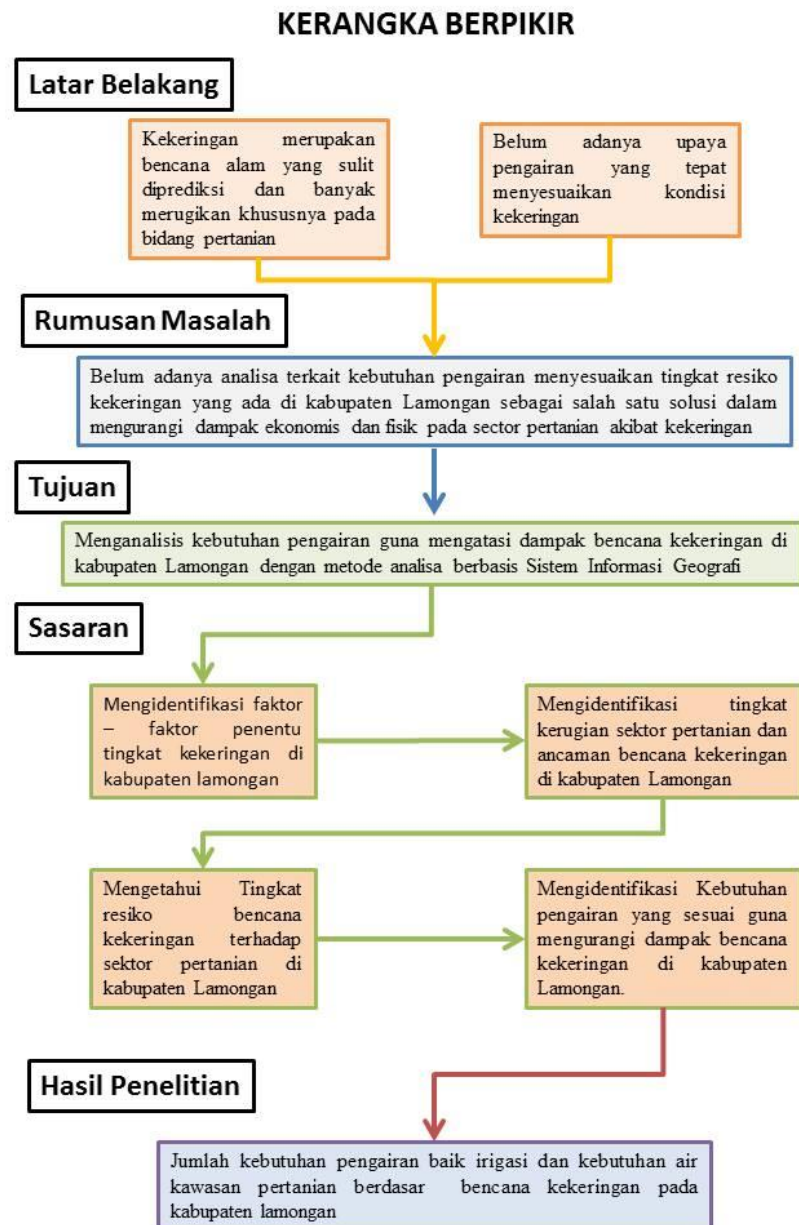
1.5.1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini bermanfaat bagi keilmuan perencanaan wilayah dan kota. Penelitian ini dapat memberikan informasi bagaimana melakukan identifikasi potensi bencana kekeringan serta resikonya dengan menggunakan sistem informasi geografis sebagai alat ukurnya.

1.5.2. Manfaat Praktis

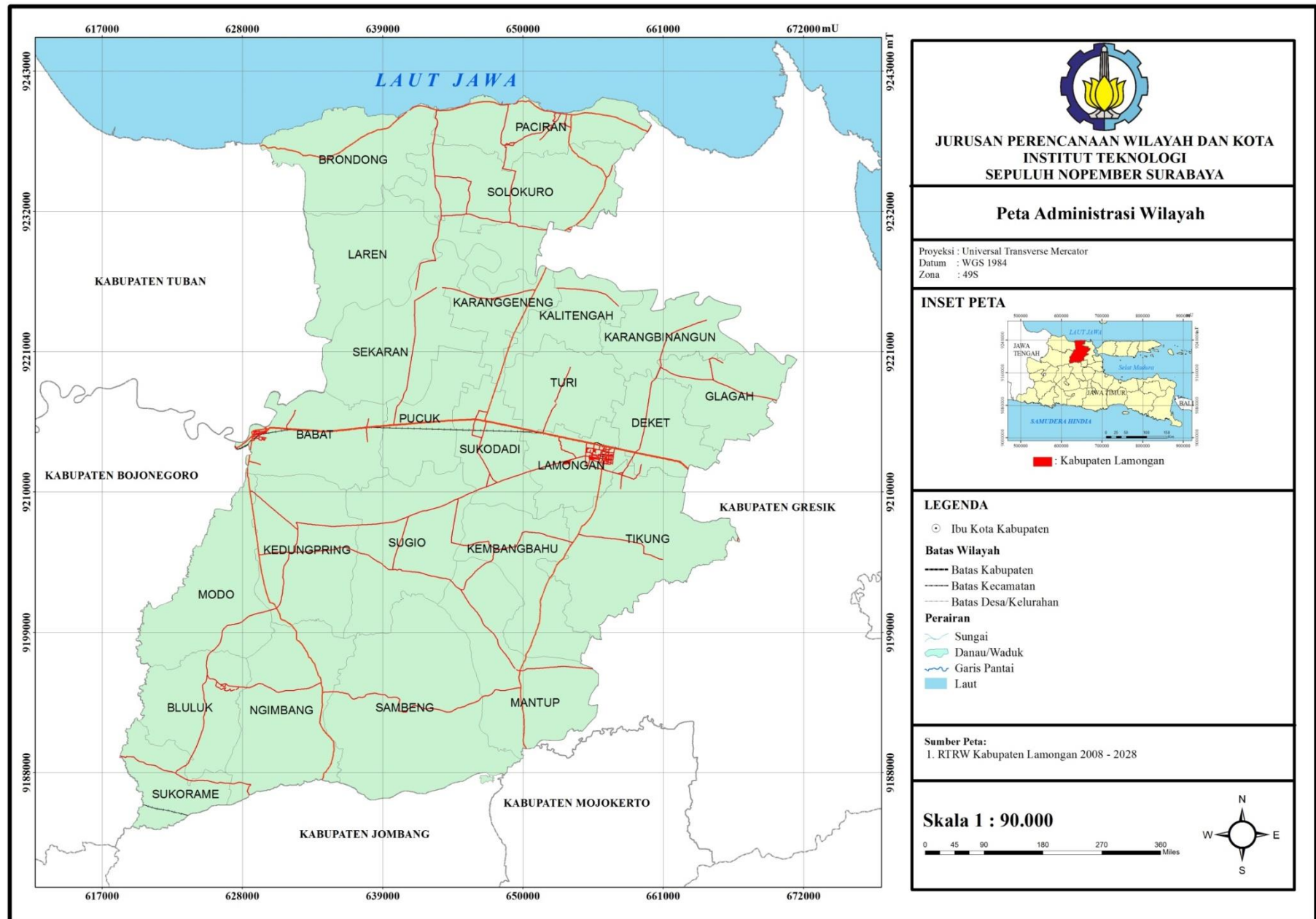
Penelitian ini bermanfaat bagi penanggulangan resiko bencana kekeringan di Lamongan. Dengan mengetahui tingkat resiko bencana dan sistem pengairan yang tepat, maka pemerintah setempat dapat mengambil tindakan yang efektif dan efisien.

1.6. Kerangka Berpikir

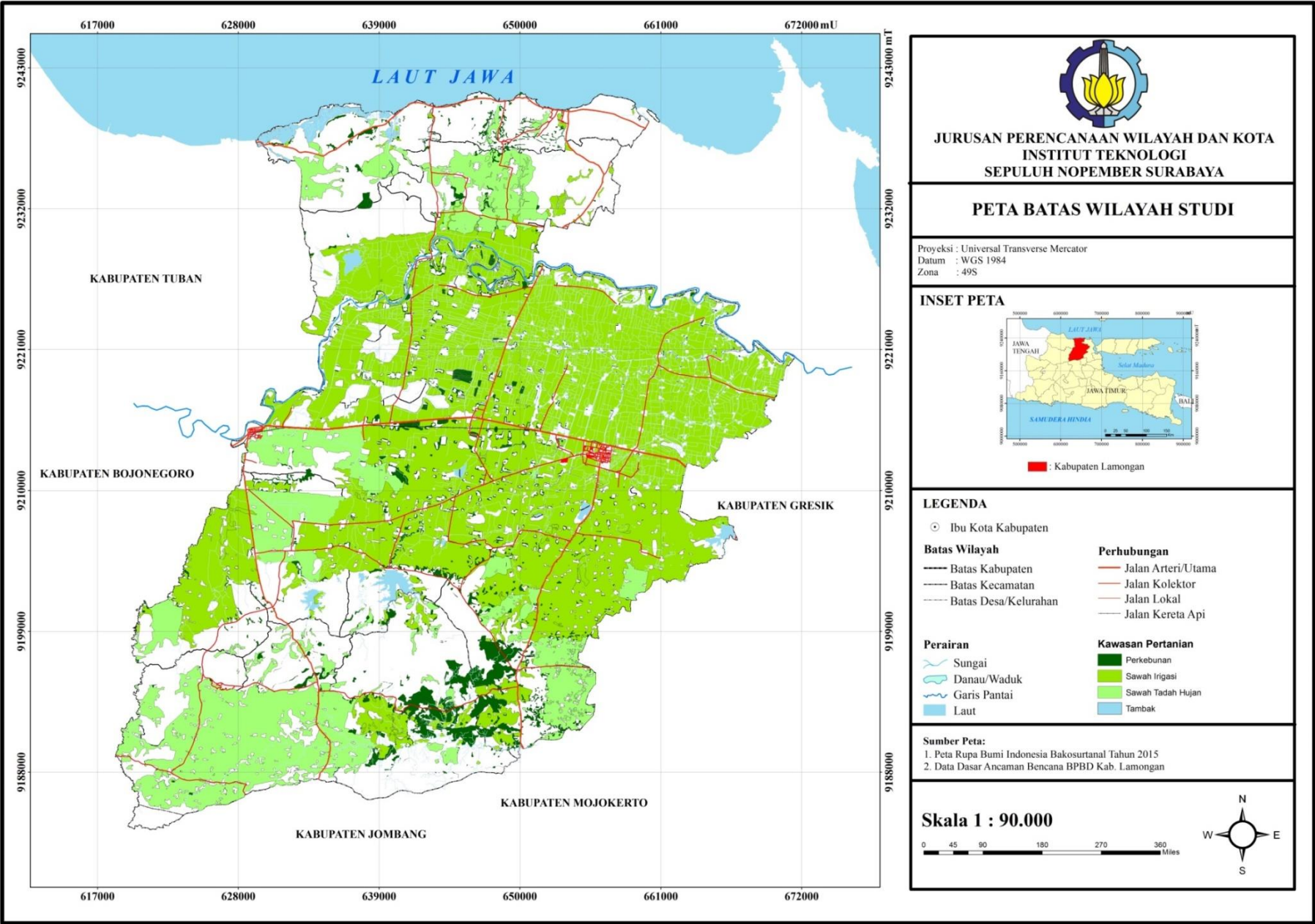


Gambar I. 1 Kerangka Berpikir

Sumber: Hasil Analisis, 2017



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Peta I. 2 Peta Tata Guna Lahan Kabupaten Lamongan
Sumber: Hasil Digitasi, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pertanian Sebagai Tulang Punggung Perekonomian Indonesia

Pertanian merupakan sektor primer dalam perekonomian Indonesia. Artinya pertanian merupakan sektor utama yang menyumbang hampir dari setengah perekonomian. Pertanian juga memiliki peran nyata sebagai penghasil devisa negara melalui ekspor. Oleh karena itu perlu diadakannya pembangunan di dalam sektor pertanian sehingga dapat bersaing di pasar dalam negeri maupun di luar negeri.

Pembangunan pertanian yang sudah cukup berhasil dicapai oleh Indonesia pada tahun 1970-an sampai tahun 1980-an yang ditandai dengan meningkatnya pertumbuhan PDB (Produk Domestik Bruto) sektor pertanian sebesar 3,2% per tahunnya. Kemudian pada 1984 swasembada beras dapat tercapai dan berhasil memicu pertumbuhan ekonomi di pedesaan. Sayangnya, swasembada beras tersebut hanya dapat dipertahankan hingga tahun 1993. Tingkat produktivitas padi di Indonesia adalah yang tertinggi dari negara-negara lain di kawasan Asia Tenggara dan Asia Selatan. Oleh karena itu, Indonesia memiliki 1keunggulan yaitu beras sebagai substitusi impor. (Irsanarham, 2011).

2.2. Kekeringan Menghambat Laju Perekonomian

Kekeringan pada dasarnya adalah kondisi kekurangan air pada daerah yang biasanya tidak mengalami kekurangan air, sedangkan daerah yang kering adalah daerah yang mempunyai **curah hujan kecil atau jumlah bulan kering** dalam setahun lebih besar atau sama dengan delapan bulan. Menurut Kementerian Ristek (2008) kekeringan secara umum bisa didefinisikan **sebagai pengurangan pasediaan air atau**

kelembaban yang bersifat sementara secara signifikan di bawah normal atau volume yang diharapkan untuk jangka waktu tertentu (Raharjo, 2010).

Kekeringan pada Indonesia sendiri juga di akibatkan dengan adanya fenomena *climate change*, dimana siklus iklim berubah sehingga menyebabkan musim panas bertambah lama. Dikarenakan hal tersebut, sektor pertanian mengalami kekeringan jangka panjang yang menyebabkan kerugian pada sektor tersebut. Kepala Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) pun menjelaskan, kerugian kekeringan saat ini mencapai Rp11 miliar lebih. Angka ini akan diajukan ke Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB).

Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) membagi dua kategori kekeringan yaitu **kekeringan alamiah dan kekeringan yang diakibatkan perbuatan manusia** (TKPSDA, 2003). Adapun kekeringan alamiah terbagi menjadi lima sudut pandang yaitu:

- a. Kekeringan meteorologis berkaitan dengan tingkat curah hujan di bawah normal dalam satu musim. Pengukuran kekeringan meteorologis merupakan indikasi pertama adanya kekeringan. Kekeringan hidrologis berkaitan dengan kekurangan pasokan air permukaan dan air tanah. Kekeringan ini diukur berdasarkan elevasi muka air sungai, waduk, danau dan elevasi muka air tanah. Ada tenggang waktu mulai berkurangnya hujan sampai menurunnya elevasi muka air sungai, waduk,
- b. danau dan elevasi muka air tanah. Kekeringan hidrologis bukan merupakan indikasi awal adanya kekeringan.
- c. Kekeringan pertanian berhubungan dengan kekurangan lengas tanah (Kandungan air dalam tanah) sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan tanaman tertentu pada periode waktu tertentu dalam wilayah yang luas. Kekeringan pertanian ini terjadi setelah gejala kekeringan meteorologis.
- d. Kekeringan sosial ekonomi berkaitan dengan kekeringan yang memberi dampak terhadap kehidupan sosial ekonomi seperti: rusaknya tanaman, peternakan, perikanan, berkurangnya tenaga

listrik dari tenaga air, terganggunya kelancaran transportasi air, menurunnya pasokan air baku untuk industri domestik dan perkotaan.

e. Kekeringan hidrotopografi berkaitan dengan perubahan tinggi muka air sungai antara musim hujan, musim kering dan topografi lahan.

Kekeringan tidak taat aturan atau yang disebabkan manusia terjadi karena:

a. Kebutuhan air lebih besar dari pasokan yang direncanakan akibat ketidak taatan pengguna terhadap pola tanam/pola penggunaan air.

b. Kerusakan kawasan tangkapan air, sumber-sumber air akibat perbuatan manusia.

2.3. Identifikasi Bencana Kekeringan

2.3.1. *Land Satellite (Citra Landsat)*

Satelit Landsat (Land satellite) merupakan suatu hasil program satelit sumberdaya bumi yang dikembangkan oleh NASA (*the National Aeronautical and Space Administration*) Amerika Serikat pertama kali diluncurkan pada 1972 dengan nama ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*). Dengan kesuksesan peluncuran pertama, dilanjutkan dengan peluncuran selanjutnya seri kedua yang dengan nama Landsat-1. Hingga yang terbaru yaitu Landsat 8OLI.

landsat 8 terbang dengan ketinggian 705 km dari permukaan bumi dan memiliki area *scan* seluas 170 km x 183 km (mirip dengan landsat versi sebelumnya). NASA sendiri menargetkan satelit landsat versi terbarunya ini mengemban misi selama 5 tahun beroperasi (sensor OLI dirancang 5 tahun dan sensor TIRS 3 tahun). Tidak menutup kemungkinan umur produktif landsat 8 dapat lebih panjang dari umur yang dicanangkan sebagaimana terjadi pada landsat 5 (TM) yang

awalnya ditargetkan hanya beroperasi 3 tahun namun ternyata sampai tahun 2012 masih bisa berfungsi.

Terkait resolusi spasial, landsat 8 memiliki kanal-kanal dengan resolusi tingkat menengah, setara dengan kanal-kanal pada landsat 5 dan 7. Umumnya kanal pada OLI memiliki resolusi 30 m, kecuali untuk pankromatik 15 m. Dengan demikian produk-produk citra yang dihasilkan oleh landsat 5 dan 7 pada beberapa dekade masih relevan bagi studi data *time series* terhadap landsat 8.

Berdasarkan Campbell J, 2013. Menyatakan bahwa landsat 8 memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (band 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (band 10 dan 11) pada TIRS. Sebagian besar kanal memiliki spesifikasi mirip dengan landsat 7. Dibandingkan versi-versi sebelumnya, landsat 8 memiliki beberapa keunggulan khususnya terkait spesifikasi band-band yang dimiliki maupun panjang rentang spektrum gelombang elektromagnetik yang ditangkap. Sebagaimana telah diketahui, warna objek pada citra tersusun atas 3 warna dasar, yaitu Red, Green dan Blue (RGB). Dengan makin banyaknya band sebagai penyusun RGB komposit, maka warna-warna obyek menjadi lebih bervariasi.

Adapun perbedaannya dengan landsat ETM+ berdasarkan NASA adalah sebagai berikut.

| ETM+ and OLI/TIRS Spectral Bands | | | | |
|----------------------------------|--|---|---------|--|
| L7 ETM+ Bands | | LDCM OLI/TIRS Band Requirements | | *Explanation of Differences |
| | | 30 m, Coastal/Aerosol, 0.433–0.453 μm (*A) | Band 1 | |
| Band 1 | 30 m, Blue, 0.450–0.515 μm | 30 m, Blue, 0.450–0.515 μm | Band 2 | |
| Band 2 | 30 m, Green, 0.525–0.605 μm | 30 m, Green, 0.525–0.600 μm | Band 3 | |
| Band 3 | 30 m, Red, 0.630–0.690 μm | 30 m, Red, 0.630–0.680 μm (*B) | Band 4 | |
| Band 4 | 30 m, Near-IR, 0.775–0.900 μm | 30 m, Near-IR, 0.845–0.885 μm (*B) | Band 5 | |
| Band 5 | 30 m, SWIR-1, 1.550–1.750 μm | 30 m, SWIR-1, 1.560–1.660 μm (*B) | Band 6 | |
| Band 7 | 30 m, SWIR-2, 2.090–2.350 μm | 30 m, SWIR-2, 2.100–2.300 μm (*B) | Band 7 | |
| Band 8 | 15 m, Pan, 0.520–0.900 μm | 15 m, Pan 0.500–0.680 μm (*B) | Band 8 | |
| | | 30 m, Cirrus, 1.360–1.390 μm (*C) | Band 9 | |
| Band 6 | 60 m, LWIR, 10.00–12.50 μm | 100 m, LWIR-1, 10.30–11.30 μm (*D) | Band 10 | D. TIRS will acquire the data for these two thermal bands. |
| | | 100 m, LWIR-2, 11.50–12.50 μm (*D) | Band 11 | |

Gambar II. 1 Perbandingan Citra Satelit 8 dan 7ETM+
Sumber: NASA “Landsat Data Continuity Mission Brochure”, 2017

Landsat 8 OLI / TIRS memiliki level ketelitian tersendiri sama seperti pada tipe landsat lainnya. Level 1 product adalah level landsat 8 yang dipublikasikan. Berdasarkan Landsat 8 data user handbook, usgs (2016), level 1 product antara lain terdiri dari sebagai berikut.

Level 1 Radiometric (L1R), pada tingkat ini secara radiometris dihasilkan dari pengkoreksian terhadap data L0 dan diskalakan ke radians spektral atau pantulan.

Level 1 Systematic (L1G), data L1R yang dikoreksi geometri sistematis, dan di resampling ke proyeksi kartografis, dan direferensikan ke WGS84, G873, atau versi lain yang ada.

Level 1 Gt (L1Gt), data L1R yang dikoreksi geometri sistematis, dengan koreksi terrain, dengan perlakuan yang sama seperti pada L1G. L1Gt menggunakan informasi posisi onboard atau ephemeris definitif, dan juga penggunaan data elevasi untuk mengkoreksi kesalahan paralaksise.

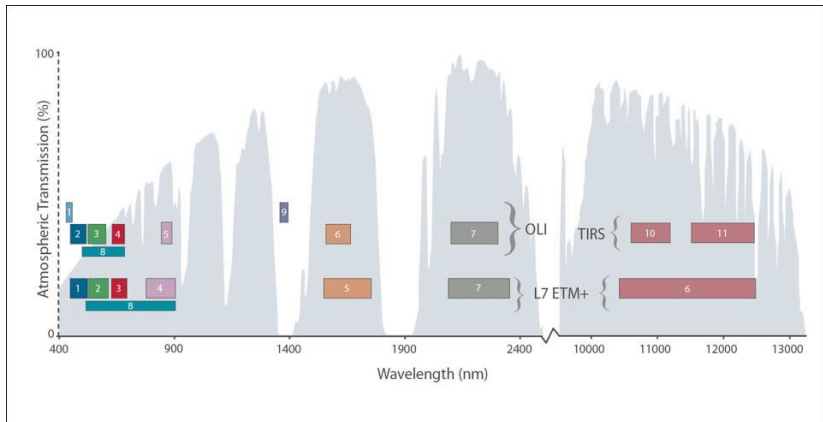
Level 1 Terrain (L1T), data hasil pengolahan L1R, dengan penerapan koreksi geometri sistematis. Penggunaan titik ikat, atau informasi posisi onboard untuk resampling citra sehingga terproyeksi secara kartografis, ke WGS84, G873, atau versi lain yang ada. Data hasil pengolahan dengan level L1T ini juga terkoreksi medan (terrain) untuk relief displacement.

Selain itu landsat 8 pada level 1 product nya juga disediakan tambahan jenis data yaitu tipe metadata dan *Quality Assesment Band*. Dimana Metadata atau MTL menyediakan informasi spesifik numerik mengenai data produk dan parameter produk level 1. Data MTL mudah untuk dibaca dan diolah. Beberapa contoh parameter yang terdapat pada landsat 8 adalah sebagai berikut,

- Unique Landsat scene identifier
- WRS path dan row information
- Waktu kapan *scene imagery* ditangkap
- Corner longitude, latitude in degrees dan peta proyeksi dalam meter
- Reflective, thermal, dan panchromatic band lines serta samples
- Termasuk nama detail file
- Image attributes meliputi cloud cover, sun azimuth dan ketinggian, dan jumlah GCP yang terpakai
- Band minimum and maximum reflectance and radiance rescaling

QA Band sendiri adalah komposit *image data* pada landsat 8 beserta data statistiknya yang dapat digunakan untuk kasus tertentu. Band ini dapat digunakan khususnya untuk *cloud mask* atau menghilangkan awan. Proses yang dilakukan tergolong mudah karena keseluruhan data telah terkomposit dalam QA Band ini. QA sangat berguna untuk membantu proses analisa pada level 1 jika diperlukan.

Wavelength pada landsat 8 OLI / TIRS cenderung setingkat lebih baik dibandingkan landsat pendahulunya seperti landsat 7+ ETM. Dimana tingkatan *wavelength* lebih akurat dan presisi terhadap produk datanya. Adapun gambarannya adalah sebagai berikut.



Gambar II. 2 Perbandingan *Wavelength* Citra Satelit 8 dan 7ETM+

Sumber: USGS Landsat 8 Data User Handbook, 2016

2.3.2. Geographic Information System (GIS)

Menurut Aronoff (1998), GIS adalah sistem yang berbasis komputer (CBIS) yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografis. GIS dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis objek-objek dan fenomena di mana lokasi geografis merupakan karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis, GIS memiliki empat kemampuan berikut dalam menangani data yang bereferensi geografis: (a) masukan, (b) manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data), (c) analisis dan manipulasi data dan (d) keluaran. (Prahasta, 2009:116).

Pada sistem GIS memiliki 2 jenis analisis yaitu, Analisis Atribut dan Analisis Spasial. Analisis atribut terdiri dari operasi dasar sistem pengelolaan basisdata (DBMS) dan perluasnya. Operasi dasar basisdata mencakup: membuat basis data baru, menghapus basisdata, membuat tabel basisdata, mengisi dan menyisipkan data, membaca dan mencari data, mengedit data

yang terdapat di dalam tabel basisdata dan membuat indeks untuk setiap tabel basisdata

Sedangkan perluasan basisdata meliputi: Membaca basisdata dalam sistem basisdata yang lain, dapat berkomunikasi dengan sistem basisdata yang lain, dapat menggunakan bahasa basisdata standar SQL, operasi-operasi atau fungsi analisis lain yang sudah rutin digunakan di dalam sistem basisdata

Untuk kemampuan **analisis spasial** dibagi dalam beberapa komponen sebagai berikut,

- **Klasifikasi:** Fungsi ini mengklasifikasikan atau mengklasifikasikan kembali suatu data spasial (atau atribut) menjadi data spasial yang baru dengan menggunakan kriteria tertentu.
- **Jaringan (netWork):** Fungsi ini merujuk data spasial titik-titik (point) atau garis-garis (line) sebagai suatu jaringan yang tidak terpisahkan.
- **Overlay:** Fungsi ini menghasilkan data spasial baru dari minimal dua data spasial yang menjadi masukannya.
- **Buffering:** Fungsi ini akan menghasilkan data spasial baru yang berbentuk polygon atau zone dengan jarak tertentu dari data spasial yang menjadi masukannya.
- Digital image processing (**pengolahan citra digital**): fungsi ini dimiliki oleh perangkat SIG yang berbasis raster.

2.3.3. Deteksi Tingkat Kekeringan dengan TVDI

Deteksi Tingkat kekeringan berbasis penginderaan jauh dan sistem informasi geografis ini menggunakan Landsat 8 OLI dengan membentuk model yang sesuai, model yang digunakan berdasarkan Hetti (2014) dan Chen. Lin. (2003) adalah TVDI atau *Temperature Vegetation Dryness Index*. Berdasarkan beberapa penelitian TVDI dapat menciptakan model kekeringan yang sesuai untuk daerah yang luas dibandingkan dengan SPI yang berupa *buffer* curah hujan melalui beberapa titik. Kelemahan metode SPI adalah dalam penggunaan datanya yang merupakan

data curah hujan dan hanya berdasarkan beberapa titik sampel saja, biasanya kurang dari 20 titik sampel. Menyesuaikan jumlah pos pantau iklim yang ada pada daerah tersebut. Sehingga metode SPI sendiri memerlukan kolektif data minimal 1 tahunan atau 12 bulan berturut – turut terkait data curah hujan untuk meminimalisir ketidak akuratan yang ada.

Menurut Patridge (2002), curah hujan hanyalah salah satu factor terkait kelembapan tanah, dan tidak terlalu menentukan tingkat kelembapan suatu tanah secara keseluruhan. Dikarenakan kelembapan tanah tidak hanya ditentukan terhadap curah hujan yang terjadi saja, terdapat faktor lainnya seperti kondisi tanah, jenis, daya tampung air dan sifat asli tanah itu sendiri. Suseno et al. (2012) menyatakan bahwa model TVDI (*Temperature Vegetation Dryness Index*) lebih akurat dibandingkan SPI (*Standar Perception Index*) dimana TVDI dapat menggambarkan tingkat kekeringan dengan memperhatikan tingkat kehijauan dan suhu permukaan yang ada.

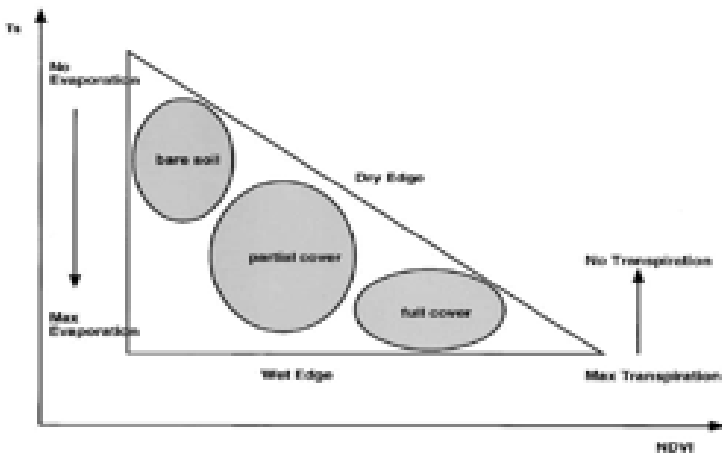
Sandholt (2002) menyatakan, hubungan antara vegetasi dan suhu permukaan dapat di transformasikan untuk menentukan tingkat kekeringan serta kelembapan tanah suatu kawasan. Selain itu model ini cocok digunakan pada kawasan dengan skala yang besar seperti Distrik / Kabupaten. Berbeda dengan SPI yang hanya mengandalkan data curah hujan berdasarkan pos pantau cuaca yang tersedia. Sehingga hasil yang di dapatkan kurang akurat untuk kawasan yang besar. Rahimzadeh-Bajgiran et al. (2012) telah meneliti bahwa TVDI cukup akurat untuk menentukan tingkat kekeringan kawasan pertanian dengan koefisien determinan (R^2) sebesar 0.32 atau korelasi sebesar 0.54.

2.3.4. TVDI (Temperature Vegetation Dryness Index)

Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI) merupakan indeks kekeringan yang ditentukan berdasarkan parameter empirik dari hubungan antara temperatur permukaan (LST) dan indeks vegetasi (NDVI). Indeks tersebut di kaitkan dengan kelembapan tanah dan diperoleh hanya berdasarkan input

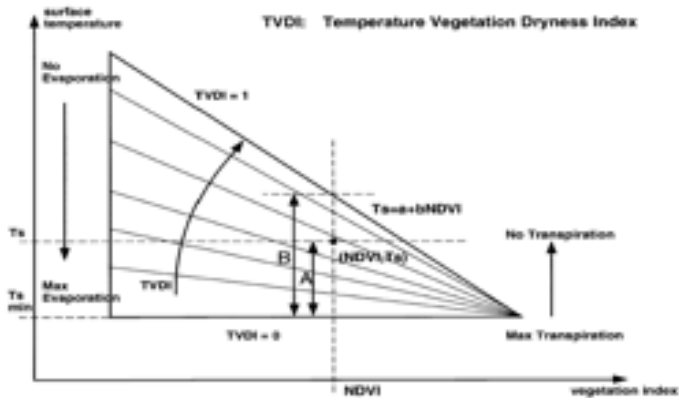
dari informasi satelit penginderaan jauh per pixel (Sandholt, 2002).

Chen et al (2011) mengadopsi dari Sandholt (2002) menyatakan bahwa LST diplot sebagai fungsi dari NDVI. Sisi kiri merepresentasikan tanah kosong dari range kering hingga basah (atas-bawah). Dengan meningkatnya jumlah vegetasi hijau pada sumbu x (NDVI), temperatur permukaan maksimum menurun. Untuk kondisi kering, hubungan negative didenisikan oleh sisi atas, yang merupakan batas atas temperatur permukaan untuk jenis permukaan tertentu. Konsep ruang LST/NDVI dapat dilihat pada Gambar berikut :



Gambar II. 3 Konsep Ruang LST / NDVI

Sumber: Sandholt, 2002



Gambar II. 4 Konsep Algoritma TVDI

Sumber: Sandholt, 2002

Model TVDI memanfaatkan hubungan segitiga antara NDVI dan temperatur untuk menentukan indeks kelembaban tanah seperti yang divisualisasikan pada gambar sebelumnya mengenai konsep ruang dan algoritma TVDI.

Rumus perhitungan TVDI memanfaatkan hubungan segitiga antara LST dan NDVI tersebut. Ada beberapa penelitian yang menjanjikan rumus perolehan model TVDI. Keseluruhan rumus tersebut berpacu pada satu rumus dasar yang di canangkan oleh Sandholt, (2002).

$$TVDI = (TS_{obs} - T_{smin}) / (a + bNDVI - T_{smin})$$

Dimana T_{sobs} merupakan hasil transformasi citra temperature permukaan tanah / LST dalam pixel. T_{smin} adalah batas minimum dalam konsep keruangan algoritma segitiga hubungan LST dan NDVI yang dimodelkan dalam bentuk linear sama dengan T_{smax} yang berupa $a + b \cdot NDVI$. Rumus tersebut mengandalkan hasil hubungan antara LST dan NDVI yang disajikan dalam *scatterplot* untuk menciptakan persamaan linier batas atas dan bawah. Hal ini berbeda dengan teori

pengembangan atau validasi. Dikarenakan teori dari sandholt ini memang diperuntukan untuk menentukan rumus atau persamaan guna menghasilkan model kekeringan TVDI.

Adapun rumus turunan dari TVDI ini berdasarkan X. Yang et al. 2008 memperjelas input dan output dari rumus penentuan TVDI ini. Rumus ini diharapkan dapat menghilangkan kerancuan terhadap metode hubungan segitiga yang digunakan dalam menentukan model kekeringan ini. Adapun rumus penentuan TVDI berdasarkan X. Yang et al. 2008 adalah sebagai berikut;

$$TVDI = \frac{LST - f(NDVI)_{min}}{f(NDVI)_{max} - f(NDVI)_{min}}$$

Dimana;

LST = Land Surface Temperature dalam pixel / hasil transformasi citra digital

NDVI = Indeks Vegetasi dalam pixel / hasil transformasi citra digital

$f(NDVI)_{max}$ dan $f(NDVI)_{min}$ adalah fungsi linear dari indeks vegetasi. Yang di artikan dalam bentuk persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} f(NDVI)_{max} &: a_{max} + b_{max} \times NDVI \\ f(NDVI)_{min} &: a_{min} + b_{min} \times NDVI \end{aligned}$$

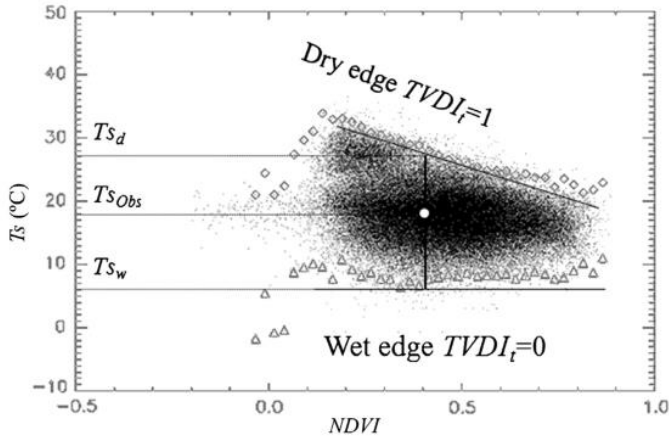
Dimana;

$a_{max} + b_{max}$ adalah parameter regresi linear untuk *dry edge* atau batas kering.

$a_{min} + b_{min}$ adalah parameter regresi linear untuk *wet edge* atau batas basah.

Batas basah dan Batas kering didapatkan berdasar hubungan segitiga antara suhu permukaan dan vegetasi seperti yang dijelaskan pada awal pembahasan di konsep cetusan

Sandholt (2002). Batas basah / *Wet Edge* dan Batas Kering / *Dry Edge* divisualisasikan sebagai berikut.



Gambar II. 5 Konsep Batas Basah dan Kering TVDI

Sumber: Yang et al, 2008

Dimana pada TVDI, *Dry Edge* merupakan batas atas garis pada sebaran *scatterplot* antara LST dan NDVI. Batas atas memiliki nilai maksimum $TVDI = 1$. Batas bawah merupakan *wet edge* atau garis basah pada *scatterplot* hubungan segitiga antara LST dan NDVI yang berada pada bagian bawah sebaran sampel kedua variable tersebut, dengan nilai $TVDI = 0$ untuk paling minimum. Persamaan akan dihasilkan menyesuaikan hubungan segitiga LST dan NDVI yang telah di transformasikan dari citra digital berdasarkan nilai titik sampel per pixel yang tersedia.

Jika suatu permukaan basah, LST akan menjadi rendah. Sebaliknya jika permukaan kering, LST akan meningkat. Peningkatan LST relatif lebih signifikan pada daerah dengan NDVI rendah, yang merupakan tanah kosong atau vegetasi jarang. Sedangkan pada daerah dengan NDVI tinggi, peningkatan LST semakin sempit kelasnya. Adapun klasifikasi tingkat

kekeringan berdasarkan Sandholt (2002) terhadap nilai TVDI adalah sebagai berikut:

Tabel II. 1 Klasifikasi TVDI

| Tingkat Kekeringan | TVDI |
|----------------------|---------------------------|
| Sangat Basah | $0 < \text{TVDI} < 0,2$ |
| Basah | $0,2 < \text{TVDI} < 0,4$ |
| Normal | $0,4 < \text{TVDI} < 0,6$ |
| Kering | $0,6 < \text{TVDI} < 0,8$ |
| Sangat Kering | $0,8 < \text{TVDI} < 1,0$ |

Sumber : Sandholt, 2002

2.3.5. NDVI

Indeks Vegetasi adalah pengukuran optis tingkat kehijauan (greenness) kanopi vegetasi, sifat komposit dari klorofil daun, luas daun, struktur dan tutupan kanopi vegetasi (Huete, 2011).

Indeks vegetasi telah banyak digunakan dalam berbagai penelitian tentang vegetasi skala global. Indeks Vegetasi dapat secara efektif digunakan untuk pemetaan kekeringan, penggurunan (desertifikasi) dan penggundulan hutan (Horning, 2010). Ada banyak Algoritma indeks vegetasi yang pernah dikembangkan untuk pengukuran Index Vegetasi.

Algoritma NDVI banyak digunakan untuk berbagai aplikasi terkait vegetasi. NDVI memiliki efektivitas untuk memprediksi sifat permukaan ketika kanopi vegetasi tidak terlalu rapat dan tidak terlalu jarang (Liang, 2004). Algoritma untuk Normalized Difference Vegetation Index (Rouse et al. 1974) adalah :

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R})$$

Keterangan :

NIR : Nilai spektral saluran Near Infrared

R : Nilai spektral saluran Red.

NDVI digunakan sebagai salah satu parameter untuk menciptakan model TVDI. Dimana NDVI akan berada pada axis X dalam teknik analisa *scattrplot*. NDVI memiliki beberapa klasifikasi, dengan rentang dari -1 hingga 1. Berikut adalah tabel klasifikasinya berdasarkan Horning N. (2010):

Tabel II. 2 Klasifikasi NDVI

| Klasifikasi Daerah | Range NDVI |
|---|------------|
| Awan es, Awan air, Salju | <0 |
| Batuan dan lahan kosong | 0 - 0.1 |
| Padang rumput dan semak belukar | 0,2 – 0.3 |
| Hutan daerah hangat dan Hutan hujan tropis | 0.4 – 0.8 |

Sumber : Horning N., Remote Sensing for Ecology and Conservation 2010

NDVI dapat di transformasi menggunakan Band 5 dan Band 4 untuk Landsatq 8 OLI, hal tersebut dinyatakan oleh USGS terkait penggunaan transformasi NDVI menggunakan Landsat 8 OLI.

2.3.6. LST

Land Surface Temperature atau Suhu permukaan lahan adalah keadaan yang dikendalikan oleh keseimbangan energi permukaan, atmosfer, sifat termal dari permukaan, dan media bawah permukaan tanah (Becker & Li, 1990). Land surface temperature merupakan fenomena penting dalam perubahan iklim global. Seiring meningkatnya kandungan

gas rumah kaca di atmosfer, maka land surface temperature juga akan meningkat. Hal ini akan mengakibatkan mencairnya gletser dan lapisan es dan mempengaruhi vegetasi daerah tersebut. Dampaknya akan lebih banyak di daerah monsun, karena curah hujan tidak dapat diprediksi mengakibatkan banjir dan kenaikan permukaan air laut (Rajeshwari dan Mani, 2014).

LST (Land Surface Temperature) dapat didefinisikan sebagai suhu permukaan rata-rata dari suatu permukaan yang digambarkan dalam cakupan suatu piksel dengan berbagai tipe permukaan yang berbeda (Faridah & Krisbiantoro, 2014). LST adalah salah satu kunci parameter di berbagai studi lingkungan pada disiplin-disiplin ilmu yang berbeda, seperti geologi, hidrologi, ekologi, oseanografi, meteorologi, klimatologi, dan lain-lain (Jiménez-Muñoz dan Sobrino, 2008).

LST merupakan salah satu parameter kunci keseimbangan energi pada permukaan dan merupakan variabel klimatologis yang utama. LST mengendalikan fluks energi gelombang panjang yang melalui atmosfer. Besarnya LST tergantung pada kondisi parameter permukaan lainnya, seperti albedo, kelembaban permukaan dan tutupan serta kondisi vegetasi. Oleh karena itu, pengetahuan tentang distribusi spasial LST dan keragaman temporalnya penting bagi pemodelan aliran yang akurat antara permukaan dan atmosfer (Prasasti et al, 2007).

Pada landsat 8, perhitungan LST atau *land surface temperature* memperhitungkan beberapa parameter, yaitu emissivity, radiance, proper vegetation, satellite brightness index, hingga dapat ditransformasikan menjadi LST. Adapun perhitungan LST berdasarkan Usman (2016) adalah sebagai berikut,

$$LST = BT / 1 + w * (BT / p) * Ln(e)$$

dimana:

BT = Band Satellite Temperature
w = Centre Wavelength of Band *x*

p = 14380, *Parameter defined*
 e = *Emmisivity*

2.3.7. Land Use (Penggunaan Lahan)

Penggunaan lahan pada penelitian ini berperan sebagai penentu seberapa kuat tingkat penampungan air kawasan tersebut. Daerah dalam konteks penelitian ini yaitu pertanian, dimana akan diidentifikasi seberapa besar tingkat aliran dan kapasitas serapan airnya. Kaitanya dalam kekeringan, nilai skor rendah diberikan pada daerah dengan tutupan lahan didominasi oleh pertanian tanah kering, sedangkan nilai skor tinggi untuk daerah dengan penutup lahan pertanian tanah basah. Pemberian nilai nol pada tubuh air dikarenakan tubuh air dianggap tidak pernah mengalami kekeringan.

2.4. Konsep Penetapan Resiko Kekeringan

Bencana Merupakan Peristiwa arau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. (UU No. 24 tahun 2007).

Berdasarkan UU No. 24 tahun 2007, resiko adalah Besarnya kerugian atau kemungkinan terjadi korban manusia, kerusakan dan kerugian ekonomi yg disebabkan oleh bahaya tertentu di suatu daerah pada suatu waktu tertentu Resiko biasanya dihitung secara matematis, merupakan probabilitas dari dampak atau konsekwesi suatu bahaya.

Diartikan oleh Palmersada (2010), Komponen bencana terdiri dari bencana, bahaya, kerentanan, dan resiko. Dimana Resiko adalah kemungkinan dampak yang merugikan yang di akibatkan fenomena alam yang luar biasa / bersfiat merusak, serta keadaan atau kondisi yang dapat mengurangi dan mencegah terjadinya kemungkinan bahaya atau ancaman bencana.

Akbar (2013), menyatakan jika Resiko Bencana memiliki pengertian: potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat. Melihat pengertian tersebut, maka kita sebenarnya sedang hidup bersama risiko bencana. Bencana yang setiap saat bisa mengancam, mungkin tidak bisa dicegah, tapi kita bisa melakukan upaya pengurangan risiko bencana. Oleh sebab itu, kita perlu memperkaya wawasan terkait bagaimana konsep dasar dan pengertian pengurangan risiko bencana.

Pengurangan risiko bencana (disaster risk reduction) merupakan suatu pendekatan praktis sistematis untuk mengidentifikasi atau mengenali, mengkaji dan mengurangi risiko yang ditimbulkan akibat kejadian bencana. Tujuan pengurangan risiko bencana untuk mengurangi kerentanan-kerentanan sosial ekonomi terhadap bencana dan menangani bahaya-bahaya lingkungan maupun yang lain yang menimbulkan kerentanan.

Pengurangan risiko bencana merupakan tanggungjawab lembaga-lembaga yang bergerak dalam bidang pembangunan maupun lembaga-lembaga bantuan kemanusiaan. Pengurangan risiko bencana harus menjadi bagian terpadu dan pekerjaan organisasi-lembaga semacam itu dengan prinsip community based, berbasis masyarakat, agar terintegrasi dengan pendekatan pengurangan risiko bencana yang selama ini dilakukan oleh pemerintah melalui Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB).

Pengurangan risiko bencana juga merupakan kegiatan yang luas cakupannya. Mengenali risiko bencana merupakan hal yang perlu, bahkan sampai pada tingkatan tertentu merupakan hal yang mutlak. Mengenali risiko bencana bisa dimulai dari mengenali lingkungan di mana kita hidup. Beberapa contoh:

1. Jika kita hidup di wilayah pegunungan atau perbukitan terjal, maka resiko bencana bisa dikenali yaitu, apapun yang bisa menyebabkan tanah longsor.
2. Jika kita hidup dan menetap di sekitar gunung berapi, maka resiko bencana bisa dikenali seperti efek letusan gunung berapi.
3. Jika kita hidup di bantaran sungai atau daerah aliran sungai, maka resiko bencana bisa dikenali seperti banjir, banjir bandang, tanggul yang jebol.
4. Jika kita hidup di wilayah yang rawan gempa bumi, maka resiko bencana bisa dikenali seperti robohnya bangunan dan rumah, tanah retak-retak hingga longsor.
5. Jika kita hidup di wilayah pemukiman yang padat penduduk, maka resiko bencana bisa dikenali, yaitu apapun yang bisa menyebabkan terjadinya kebakaran.

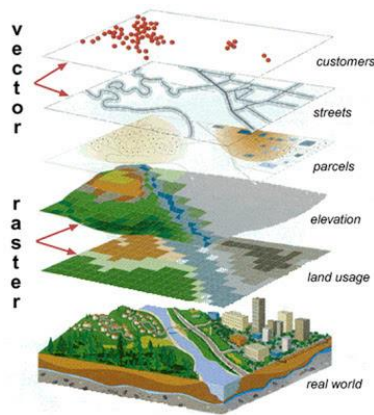
Risiko bencana tersebut hanya beberapa contoh saja yang berpotensi menjadi sebuah kenyataan bencana atau bencana yang nyata-nyatanya. Mungkin kita berpandangan bahwa bencana, apapun bentuknya, tidak bisa dicegah kejadiannya. Ketika terjadi bencana kebakaran, kita tidak bisa menghentikan saat itu juga api yang sedang berkobar. Namun kita bisa mengurangi risiko yang diakibatkan oleh bencana kebakaran tersebut dengan cara menyelamatkan jiwa dan harta benda yang masih mungkin diselamatkan. Setelah mengenali risiko bencana, maka baik pula untuk mengenali langkah-langkah pengurangan risiko bencana.

Berdasarkan Syarief (2015) penetapan zona resiko kekeringan ditentukan berdasarkan kepentingan penelitian dan tujuannya. Pada dasarnya penetapan zona kekeringan, parameter di dalamnya akan mengikuti sasaran yang ada. Jika tujuannya adalah terkait identifikasi mengapa kekeringan sulit di atasi maka diperlukan *overlay variable* yang terkait seperti jenis tanah dan

lainnya. Minimal penetapan resiko membutuhkan 2 jenis variable, sesuai dengan kebutuhan sasaran dan tujuan penelitian. Dimana pada penelitian ini yang dituju adalah terkait pengairaya, sehingga yang dibutuhkan adalah terkait sumber daya air yang ada.

Petra (2011), menyatakan Risiko bencana dapat dinilai tingkatannya berdasarkan besar kecilnya tingkat ancaman dan kerentanan pada suatu wilayah. Analisis risiko bencana dapat dilakukan dengan berbagai metode salah satunya adalah metode pemetaan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Dewasa ini berbagai pihak telah mencoba untuk menyusun peta risiko bencana, belum adanya standarisasi dalam metode penyusunan peta risiko menyebabkan setiap lembaga atau institusi memiliki metode yang berbeda dalam penyusunan peta risiko. Secara mendasar pemahaman tentang konsep bencana menjadi dasar yang kuat dalam melakukan pemetaan risiko bencana yang dapat diaplikasikan kedalam Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dapat ditampilkan secara spasial dan menghasilkan peta ancaman, peta kerentanan, peta kapasitas dan peta risiko bencana.

Teknik yang digunakan adalah *overlay*, Ilham (2013) menyatakan, *overlay* adalah prosedur penting dalam analisis SIG (Sistem Informasi Geografis). Overlay yaitu kemampuan untuk menempatkan grafis satu peta diatas grafis peta yang lain dan menampilkan hasilnya di layar komputer atau pada plot. Secara singkatnya, overlay menampalkan suatu peta digital pada peta digital yang lain beserta atribut-atributnya dan menghasilkan peta gabungan keduanya yang memiliki informasi atribut dari kedua peta tersebut.



Gambar II. 6 Konsep Overlay

Sumber: Ilham, 2013

Pemahaman bahwa overlay peta (minimal 2 peta) harus menghasilkan peta baru adalah hal mutlak. Dalam bahasa teknis harus ada poligon yang terbentuk dari 2 peta yang di-overlay. Jika dilihat data atributnya, maka akan terdiri dari informasi peta pembentuknya. Misalkan Peta Lereng dan Peta Curah Hujan, maka di peta barunya akan menghasilkan poligon baru berisi atribut lereng dan curah hujan.

Pada pembentukan kawasan resiko kekeringan, selain adanya peta kerentanan atau tingkat kekeringan, dibutuhkan satu variable peta penentu yang dapat bersifat mengurangi dampak dari kekeringan itu sendiri berdasarkan hasil kajian di atas. Kekeringan sangat berhubungan dengan kelembapan tanah. Maka semakin lembab tanah, kemungkinan kering semakin kecil. Kelembapan tanah dapat diatur dengan pengairan yang baik. Salah satu faktor yang dapat menentukan kelembapan suatu wilayah dengan kondisi penerapan praktikal (bukan hujan) adalah terkait sumber airnya. Dimana sumber air yang dapat digunakan untuk mengatur kelembapan adalah sungai, mata air dan waduk. Semakin dekat maka semakin mudah akses pengaturan

kelembapannya. Sedangkan semakin jauh maka semakin sulit, sehingga diperlukan perantara penyaluran akses air seperti irigasi dan semacamnya. Irigasi eksisting juga berpengaruh terhadap kelembapan suatu wilayah itu sendiri, dengan adanya irigasi maka kawasan tersebut lebih lembab dan telah berkurang kemungkinan bencana kekeringannya dibandingkan kawasan lainnya.

Kedekatan dengan sumber air dikategorikan seperti sungai, waduk dan mata air. Buffer yang dilakukan didasarkan pada beberapa penelitian dan pedoman, untuk waduk dan mata air telah di sintesakan berdasarkan *best practice* yang ada sebagai berikut.

Tabel II. 3 Tabel Sintesa Water Source Buffer Zones

| Sumber | | |
|--------------|--|--|
| PU Pengairan | Canal Buffer Zones, Recommended Width. Elven Hawes and Markelle Smith (2005) | Water Sourve Buffer Standarts D. Warne, NYS DEP, 2001. |
| 125ft | | 150ft |
| 250ft | 250ft | |
| | 300ft | |
| | 1000ft | 1000ft |

Sumber: Hasil Sintesa, 2017

Berdasarkan sintesa di atas, terlihat bahwa *best practice* mengenai jangkauan buffer sumber air kategori waduk / mata air memiliki jangkauan terdekat atau berarti kawasan yang tergolong sangat terjangkau terhadap waduk dan mata air sebesar 125ft sekitar waduk dan mata air. Sedangkan untuk jangkauan penyebaran air tanpa perantara paling jauh adalah 1000ft sekitar waduk / mata air. Dimana selain itu maka kawasan tidak

terjangkau waduk / mataair dengan kondisi tanpa perantara bantu distribusi air seperti irigasi.

Untuk penentuan luasan distribusi air / buffer sungai menganut konsep *best practice* berdasarkan Ellen et al. (2005) pada *Riparian Buffer Zones: Functions and Recommended Widths* berdasarkan metode *variable width*. Metode ini menganut model penentuan seberapa jauh air pada sungai atau kawasan dengan aliran air dapat digunakan pada kawasan sekitarnya. Adapun formulanya mengadopsi dari *Cook College Department of Environmental Resources* adalah sebagai berikut.

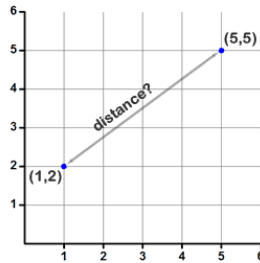
$$\text{Buffer width} = 2.5 (\text{time travel of overland water flow}) * (\text{slope})^{0.5}$$

Dimana *time travel of overland water flow* merupakan waktu rata – rata arus air mengalir pada sumber air yang ada dari ujung ke ujung menyesuaikan administrasi wilayah. Dimana rata – rata waktu air mengalir tersebut di hubungkan dengan *slope* yang merupakan kemiringan lahan. Dimana hal ini merupakan salah satu faktor penentu seberapa jauh sebaran air dapat mencapai kawasan sekitarnya tanpa bantuan perantara pengairan buatan. Dimana 1 persen *slope* di artikan dalam parameter tetap sebesar 135ft atau sekitar 40 meter.

Teknik Buffer yang di anut adalah *eucledian distance*. Dimana teknik ini adalah perhitungan jarak dari 2 buah titik dalam *Euclidean space*. Euclidean space diperkenalkan oleh Euclid, seorang matematikawan dari Yunani sekitar tahun 300 B.C.E. untuk mempelajari hubungan antara sudut dan jarak. Euclidean ini berkaitan dengan Teorema Phytagoras dan biasanya diterapkan pada 1, 2 dan 3 dimensi. Tapi juga sederhana jika diterapkan pada dimensi yang lebih tinggi.

Pada 1 dimensi, jika ingin menghitung jarak Euclidean 1 dimensi. Titip pertama adalah 4, titik kedua adalah -10. Caranya adalah kudrangkan -10 dengan 4. sehingga menghasilkan -14. Cari nilai absolut dari nilai -14 dengan cara memangkatkannya sehingga mendapat nilai 196. Kemudian diakarkan sehingga

mendapatkan nilai 14. Sehingga jarak euclidean dari 2 titik tersebut adalah 14.



Gambar II. 7 Konsep Koordinat Jarak

Sumber: Adiwilaga, 2010

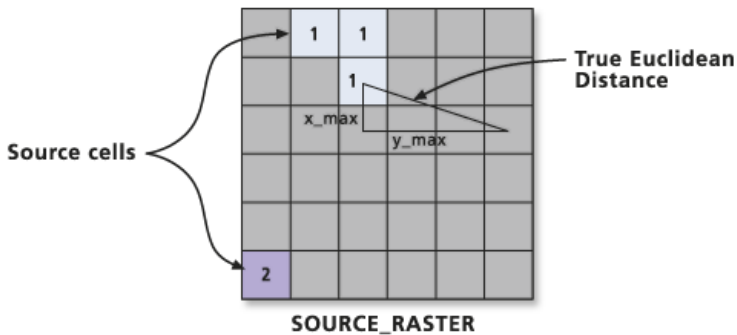
Pada 2 dimensi caranya hampir sama. Misalkan titik pertama mempunyai kordinat (1,2). Titik kedua ada di kordinat (5,5). Caranya adalah kurangkan setiap kordinat titik kedua dengan titik yang pertama. Yaitu, (5-1,5-2) sehingga menjadi (4,3). Kemudian pangkatkan masing-masing sehingga memperoleh (16,9). Kemudian tambahkan semuanya sehingga memperoleh nilai 16+9 = 25. Hasil ini kemudian diakarkan menjadi 5. Sehingga jarak euclideannya adalah 5. Formula berdasarkan Euclid adalah sebagai berikut;

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

Hasil perhitungan (*Jarak*) diatas masih dalam satuan *decimal degree* (sesuai dengan format longlat yang dipakai) sehingga untuk menyesuaikan perlu dikalikan dengan **111.319 km** (1 derajat bumi = 111.319 km).

Selain perhitungan manual, proses pembuatan jarak dengan *euclidian distance* dapat dilakukan dengan bantuan alat analisis GIS. Konseptual *euclidian distance* pada GIS merujuk

langsung ke arah spasial. *Euclidian distance* pada GIS digunakan untuk mengetahui jarak dari *cell* ke *cell* dengan konsep jarak terdekat hingga terjauh. *Euclidian distance* pada GIS dihitung dari pusat sumber *cell* ke pusat *cell* lainnya disekitar pusat *cell* tersebut. Secara konseptual, algoritma Euclidean bekerja sebagai berikut: untuk setiap sel, jarak ke masing-masing sel sumber ditentukan dengan menghitung sisi miring dengan x_{max} dan y_{max} sebagai dua kaki segitiga lainnya. Perhitungan ini menghasilkan jarak Euclidean yang benar, bukan jarak antar sel secara harfiah. Jarak terpendek ke sumber ditentukan, dan jika jaraknya kurang dari jarak maksimum yang ditentukan, nilainya diberikan ke lokasi sel diluar output raster.

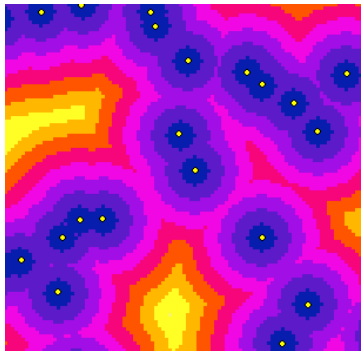


Gambar II. 8 Konsep Perhitungan *Euclidian Distance*

Sumber: Esri, 2013

Uraian di atas adalah penggambaran konseptual tentang bagaimana nilai diturunkan. Algoritma yang sebenarnya menghitung informasi menggunakan dua proses sekuensial. Proses ini membuat kecepatan alat independen dari jumlah sel sumber, distribusi sel sumber, dan jarak maksimum yang ditentukan. Satu-satunya faktor yang mempengaruhi kecepatan alat yang dijalankan adalah ukuran raster. Waktu komputasi berbanding lurus dengan jumlah sel di jendela Analisis.

Raster output *Euclidean distance* berisi jarak terukur dari setiap sel ke sumber terdekat. Jarak diukur sebagai lalat gagak (jarak Euclidean) pada unit proyeksi raster, seperti kaki atau meter, dan dihitung dari pusat sel ke pusat sel. Alat Jarak Euclidean sering digunakan sebagai alat yang berdiri sendiri untuk aplikasi, seperti menemukan rumah sakit terdekat untuk penerbangan helikopter darurat. Sebagai alternatif, alat ini dapat digunakan saat membuat peta kesesuaian, bila data yang mewakili jarak dari objek tertentu diperlukan. Pada contoh di bawah, jarak ke masing-masing titik teridentifikasi. Jenis informasi ini bisa sangat berguna untuk merencanakan perjalanan, jarak jangkauan, jarak cakupan dan lainnya.



Gambar II. 9 Contoh Output *Euclidean Distance*

Sumber: Esri, 2013

2.5. Konsep Perhitungan Pengairan Lahan Kering

Irigasi atau pengairan adalah sebuah proses dimana 2 atau lebih sumber air mata air bumi digunakan untuk pemenuhan kebutuhan 1 sampai 3 populasi bumi (Stanhill, 2002). Pengairan pertanian pun memerankan peran penting dalam memenuhi kebutuhan basis jutaan bahkan milyaran manusia di Negara berkembang dalam konteks ini adalah indonesia (FAO, 1996).

Peran irigasi teknis sangat penting dalam pemenuhan produksi pangan nasional. Dari luas wilayah irigasi yang telah dibangun pemerintah sampai dengan tahun 2009 adalah 7.2 juta ha, menyumbang produksi beras nasional seperti pulau Jawa dan Sumatera memberikan kontribusi paling besar dan disusul dengan Sulawesi, Kalimantan dan Nusa Tenggara serta Bali, sementara Maluku dan Papua merupakan lumbung padi yang mulai dikembangkan. Demikian dikatakan Plt Direktur jenderal Sumber Daya Air Moch. Amron (2010).

Irigasi atau pengairan sangatlah jelas berperan sebagai opsi dalam peningkatan dan stabilisasi produksi pertanian. Keseluruhan investasi telah dilebihkan kepada proses irigasi dalam 30 tahun terakhir ini, dengan cara manajemen air permukaan dan air tanah (FAO, 1996).

Teknik pengairan terdapat beberapa macam antara lain (Izuno dan Haman 1987),

- Pengairan permukaan, dimana pengairan permukaan ini lebih dititik beratkan kepada konsep gravitasi dan kemiringan lereng.
- Pengairan Semprot (Sprinkler), dimana metode pengairan ini akan menentukan titik titik strategis dan menyiramkan air layaknya hujan dengan criteria tertentu sehingga dapat mencakup keseluruhan lahan. Kebanyakan sumber air menggunakan sistem perpipaan air.
- Irigasi Mikro, merupakan proses irigasi *sprinkler* secara mikro dengan menitik beratkan pada titik titik tertentu
- Irigasi Tetes, merupakan teknik dimana menggunakan penyebaran air memakai pipa yang di distribusikan dalam permukaan tanah sehingga air akan terdistribusi merata langsung ke akar tanaman.

Secara garis besar, tujuan irigasi dapat digolongkan menjadi 2 (dua) golongan, yaitu : Tujuan Langsung, yaitu irigasi mempunyai tujuan untuk membasahi tanah berkaitan dengan kapasitas kandungan air dan udara dalam tanah sehingga dapat

dicapai suatu kondisi yang sesuai dengan kebutuhan untuk pertumbuhan tanaman yang ada di tanah tersebut. Tujuan Tidak Langsung, yaitu irigasi mempunyai tujuan yang meliputi : mengatur suhu dari tanah, mencuci tanah yang mengandung racun, mengangkut bahan pupuk dengan melalui aliran air yang ada, menaikkan muka air tanah, meningkatkan elevasi suatu daerah dengan cara mengalirkan air dan mengendapkan lumpur yang terbawa air, dan lain sebagainya, Sandrianto (2013).

Pengembangan jaringan irigasi adalah pembangunan jaringan irigasi baru dan/atau peningkatan jaringan irigasi yang sudah ada. Pembangunan jaringan irigasi adalah seluruh kegiatan penyediaan jaringan irigasi di wilayah tertentu yang belum ada jaringan irigasinya. Peningkatan jaringan irigasi adalah kegiatan meningkatkan fungsi dan kondisi jaringan irigasi yang sudah ada atau kegiatan menambah luas areal pelayanan pada jaringan irigasi yang sudah ada dengan mempertimbangkan perubahan kondisi lingkungan daerah irigasi.

Dalam merancang jaringan pengairan dan drainasenya, yang garis besarnya telah dikemukakan, hasil rancangan akan ada manfaatnya dan mudah dan tepat dilaksanakan di lapangan. Faktor yang berpengaruh dan harus diperhatikan dalam mencanangkan jaringan irigasi teknis menurut Citra (2014) adalah

- Sumber air pengairan yang memungkinkan termasuk kualitas nya
- Topografi dan keadaan lahan yang memungkinkan dalam pembangunan saluran/jaringan, terutama mengenai keadaan lereng terkecil dan terbesar di mana saluran-saluran (induk dan atau pembagi) akan ditempatkan pada lahan tersebut.

Jaringan irigasi adalah saluran, bangunan, dan bangunan pelengkapanya yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi. Menurut pengelolaannya Jaringan Irigasi dibagi menjadi 3 bagian :

1. Jaringan Irigasi Utama / Primer

Meliputi bangunan bendung, saluran-saluran primer dan sekunder termasuk bangunan bangunan utama dan pelengkap saluran pembawa dan saluran pembuang. Bangunan ini merupakan bangunan yang mutlak diperlukan bagi eksploit, meliputi bangunan pembendung, bangunan pembagi dan bangunan pengukur. Bangunan bendung berfungsi agar permukaan air sungai dapat naik dengan demikian memungkinkan untuk disalurkan melalui pintu pemasukan ke saluran pembawa. Bangunan pembagi berfungsi agar air pengairan dapat didistribusikan di sepanjang saluran pembawa (saluran primer) ke lahan-lahan pertanian melalui saluran sekunder dan saluran tersier.

Terdiri pula bangunan ukur yang berfungsi mengukur debit air yang masuk ke saluran. Dengan demikian distribusi air pengairan ke lahan-lahan pertanian melalui saluran sekunder dan saluran tersier dapat terkontrol dengan baik, sesuai dengan pola pendistribusian air pengairan yang telah dirancang.

2. Jaringan Irigasi Sekunder

Jaringan irigasi sekunder adalah bagian dari jaringan irigasi yang terdiri dari saluran sekunder, saluran pembuangannya, bangunan bagi, bangunan bagi-sadap, bangunan sadap, dan bangunan pelengkapanya. Jaringan irigasi tersier adalah jaringan irigasi yang berfungsi sebagai prasarana pelayanan air irigasi dalam petak tersier yang terdiri dari saluran tersier, saluran kuarter dan saluran pembuang, boks tersier, boks kuarter, serta bangunan pelengkapanya.

3. Jaringan Irigasi Tersier

Merupakan jaringan air pengairan di petak tersier, mulai air luar dari bangunan ukur tersier, terdiri dari saluran tersier dan kuarter termasuk bangunan pembagi tersier dan kuarter, serta bangunan pelengkap lainnya yang terdapat di petak.

Dalam penggunaan GIS untuk sistem pengairan ini sangat berpotensi, dimana dapat mengidentifikasi area pengairan yang tepat, merencanakan jalur dan jadwal pengirigasian, serta mengukur kinerjanya (Ray and Dadhwal 2001). Teknik yang biasa digunakan adalah interpolasi dan distribusi spasial. Berdasarkan Hasmi et al (1994) mengatakan penggunaan teknik yang tepat adalah *inverse Square Distance Approach* dimana merupakan pendekatan secara grid atau mengkotak kotakan wilayah untuk menentukan karakteristik masing masing lahan.

Pada penelitian ini yang diperhatikan adalah pengairan permukaan. Dimana kedekatan dengan sumber daya air berdasar PU pengairan dalam pedoman teknis perencanaan pengairan irigasi pertanian (2013) sangatlah penting. Dalam menentukan scenario, akan di ambil berdasarkan pedoman perencanaan pengairan irigasi, PU Indonesia, dimana pada sebuah lahan pertanian, guna mencegah banyaknya kerugian, dibutuhkan jumlah irigasi yan sesuai, dimana pada rata – rata daerah di Indonesia belum nmenerapkanya. Berdasarkan PU Pengairan, pengairan permukaan terbagi dalam irigasi primer, sekunder, dan tersier. Dimana pada resiko kekeringan yang tinggi diperlukan irigasi hingga tersier, sedangkan untuk kawasan dengan resiko cukup tinggi dibutuhkan hingga sekunder saja.

Sehingga pada kawasan dengan resiko yang tingi diperlukan keseluruhan jenis irigasi dari primer hingga terseir. Dimana berdasarkan pedoman teknis perencanaan irigasi PU Pengairan, irigasi primer sepanjang 1600m dapat menangani lahan seluas 12 Ha, sedangkan irigasi sekunder sepanjang 1000m dapat menangani lahan sebesar 50 Ha, dan untuk jaringan tersier 500m dapat menangani lahan seluas 15 Ha. Perbandingan jenis irigasi pada suatu wilayah berdasarkan dinas pertanian dalam kajian penanganan kawasan kekeringan 2013, perbandingan jaringan irigasi adalah 1 : 13 : 20 dari primer, sekunder, tersier.

2.6. Sintesa Pustaka

Berdasarkan tinjauan pustaka yang sudah di analisa, maka didapatkan faktor – faktor dan variable yang diperlukan. Faktor yang dipilih disesuaikan dengan tujuan dan sasaran penelitian, dimana yang diambil adlaah yang paling cocok untuk menjawab sasaran dan tujuan penelitian yang ada. Berikut adalah variable yang telah tereduksi sesuai dengan kebutuhan penelitian disajikan dalam bentuk tabel sintesa pustaka.

Tabel II. 4 Tabel Variable Sintesa Pustaka

| No | Sasaran | Faktor | Variabel | Sub Variabel |
|----|---|----------------------------|-------------------------|---|
| 1 | Mengidentifikasi tingkat kerugian sektor pertanian dan ancaman bencana kekeringan di kabupaten Lamongan | TVDI | Vegetation Index | NDVI |
| | | | LST | TOA Radiance |
| | | | | Satelite Brightness |
| | | | | Proper Vegetation |
| | | | | LSE |
| | | Kawasan Kerugian Pertanain | Rekapitulasi hasil Tani | Rekapitulasi Kerugian tani akibat bencana |
| 2 | Mengetahui Tingkat resiko bencana kekeringan terhadap sektor pertanian di kabupaten Lamongan | Sumber Air irigasi | Sungai | Buffer Sungai/Canal |
| | | | Mata Air | Buffer Mata air |
| | | | Waduk | Buffer Waduk |

| No | Sasaran | Faktor | Variabel | Sub Variabel |
|----|--|-----------------------------|-----------------------|------------------------------|
| | | | | |
| 3 | Mengidentifikasi skenario pengairan yang baik guna mengurangi dampak bencana kekeringan di kabupaten Lamongan. | Jaringan Irigasi | Irigasi primer | Jumlah irigasi primer |
| | | | Irigasi Sekunder | Jumlah irigasi sekunder |
| | | | Irigasi Tersier | Jumlah irigasi tersier |
| | | Kebutuhan pengairan irigasi | Jaringan irigasi | Jumlah jaringan irigasi |
| | | | Intensitas tanam tani | Jumlah intensitas tanam tani |

Sumber: Sintesa Peneliti 2016

Variable yang tereduksi menandakan bahwa variable tersebut tidak dibutuhkan pada fokus penelitian yang ada. Sintesa diurutkan berdasarkan sasara, sehingga alur pemikiran dapat terlihat jelas dan penelitian dapat berjalan sesuai sasaran yang dibutuhkan. Jumlah Faktor yang berpengaruh pada penelitian ini ada 6, antara lain,

1. Kawasan Kerugian Pertanian
2. TVDI (*Temperature Vegetation Dryness Index*)
3. Sumber air irigasi
4. Jaringan irigasi
5. Kebutuhan pengairan irigasi

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Pendekatan Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan rasionalistik. Pendekatan rasionalistik digunakan karena penelitian ini didasarkan pada kebenaran data dan fenomena obyektif, serta karakteristik Kekeringan Lahan Pertanian yang terdapat di wilayah penelitian didapatkan melalui fakta empirik.

3.2. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif yang bersifat eksploratif dengan model penelitian studi kasus (case study). Penelitian ini dilaksanakan ditunjukkan untuk kepentingan pendalaman dan keakuratan data. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjawab pertanyaan pertanyaan penelitian yang sudah di ajukan.

3.3. Populasi dan Sampel

Pada penelitian ini tidak semua sasaran membutuhkan populasi dan sampel. Proses penelitian yang membutuhkan sampel adalah dalam penentuan model TVDI saja, yaitu pada sasaran pertama. Untuk sasaran kedua dan ketiga tidak memerlukan proses penentuan sampel.

Populasi dalam membentuk model TVDI adalah jumlah pixelate dari citra satelit yang dipakai, dengan rasio besaran seluas kabupaten. Dimana dari jumlah pixelate ini akan digunakan sebagai acuan jumlah titik sampel untuk mengidentifikasi model kekeringan pada penelitian ini. Sampel digunakan untuk menentukan model TVDI yang akan digunakan

dalam menjawab sasaran 1 terkait identifikasi kawasan kekeringan.

Adapun teknik nya adalah *random sampling* dengan metode penentuan sample memakai metode Slovin.

$$n = N/N(d)^2 + 1$$

Dimana populasi yang digunakan (N) sebesar 3398249. Dengan error sebesar 10% atau 0.1. sehingga didapatkan sampel minimal adalah $199.9882 \approx 200$ titik sampel.

3.4. Variabel Penelitian

Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya, didapatkan variabel-variabel penelitian yang akan digunakan untuk mencapai sasaran yang ditetapkan dalam penelitian ini. Adapun variabel yang digunakan merupakan hasil sintesa teori pada bab tinjauan pustaka yang relevan dengan ruang lingkup penelitian. Dalam subbab ini, variabel-variabel yang teridentifikasi pada sintesa teori namun kurang relevan dengan ruang lingkup penelitian tidak akan digunakan sebagai variabel penelitian. Variable penelitian dapat dilihat di tabel berikut

Tabel III. 1 Tabel Variable Sintesa Pustaka

| No | Sasaran | Fakt or | Variabel | Sub Variabel | Satuan | Parameter |
|----|---|---------|-------------------|----------------------|--------|---------------|
| 1 | Mengidentif ikasi tingkat kerugian sektor pertanian dan ancaman bencana kekeringan di | TVD I | Vegetatio n Index | NDVI | - | -1 hingga 1 |
| | | | LST | TOA Radiance | - | -15 hingga 15 |
| | | | | Satelite Brightnes s | - | -25 hingga 45 |
| | | | | Proper Vegetatio n | - | -1 – 1 |

| No | Sasaran | Faktor | Variabel | Sub Variabel | Satuan | Parameter |
|----------|--|-------------------------------------|--------------------------------|--|-------------------|--------------------------------------|
| | kabupaten Lamongan | | | LSE | - | 0 – 1 |
| | | Kawasan Kerugian Pertanian | Rekapitulasi hasil Tani | Rekapitulasi Kerugian tani akibat bencana | Puso | Tinggi, sedang, rendah |
| 2 | Mengetahui Tingkat resiko bencana kekeringan terhadap sektor pertanian di kabupaten Lamongan | Sumber Air irigasi | Sungai | Buffer Sungai/Canal | Meter | terjangkau – tidak terjangkau |
| | | | Mata Air | Buffer Mata air | Feet | terjangkau – tidak terjangkau |
| | | | Waduk | Buffer Waduk | Feet | terjangkau – tidak terjangkau |
| 3 | Mengidentifikasi skenario pengairan yang baik guna mengurangi dampak bencana kekeringan di kabupaten Lamongan. | Jaringan Irigasi | Irigasi primer | Jumlah irigasi primer | Meter | - |
| | | | Irigasi Sekunder | Jumlah irigasi sekunder | Meter | - |
| | | | Irigasi Tersier | Jumlah irigasi tersier | Meter | - |
| | | Kebudayaan pengairan irigasi | Jaringan irigasi | Jumlah jaringan irigasi | Meter | - |
| | | | Intensitas tanam tani | Jumlah intensitas tanam tani | L/Bulan/Ha | - |

Sumber: Sintesa Peneliti 2016

4.5. Metode Penelitian

4.5.1. Metode Pengumpulan Data

4.5.1.1. Metode Pengumpulan Data Primer

Metode ini digunakan untuk mengumpulkan data penggunaan lahan pertanian irigasi dan lokasi irigasi eksisting yang tersedia. Serta beberapa visual kondisi eksisting lahan pertanian yang mengalami kekeringan.

4.5.1.2. Metode Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder di lakukan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam sebuah literatur atau data yang sudah ada, pengumpulan data Citra digital dilakukan dengan metode sekunder melalui data USGS Landsat 8 OLI, sedangkan data kondisi kekeringan eksisting dan kebutuhan data terkait pertanian lainnya didapatkan melalui instansi – instansi yang tersedia. Pengambilan waktu data landsat – 8 OLI menyesuaikan bulan yang memiliki curah hujan terendah atau tidak terlalu tinggi, dengan asumsi bahwa pada bulan yang memiliki curah hujan rendah lebih rawan mengalami kekeringan dibandingkan dengan bulan yang memiliki curah hujan normal, seirama dengan kebutuhan penelitian yang membutuhkan kawasan dengan tingkat kekeringan yang lebih tinggi agar tercapai tujuan penelitian yang dimaksudkan.

4.5.2. Teknik Analisis

Teknik dalam penelitian ini menggunakan kombinasi antara analisis citra digital dan dilanjutkan dengan teknik sistem informasi geografis serta perhitungan kuantitatif secara matematis. Adapun teknik analisis yang akan digunakan antara lain, sebagai berikut.

3.5.2.1. Teknik Interpretasi Citra Digital

Interpretasi citra merupakan perbuatan mengkaji foto udara dan atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek dan menilai arti pentingnya objek tersebut. Interpretasi citra penginderaan jauh dapat dilakukan dengan dua cara yaitu interpretasi secara manual dan interpretasi secara digital.

Pada penelitian ini menggunakan teknik interpretasi citra secara digital. Salah satu metode interpretasi digital adalah transformasi citra. Transformasi citra merupakan upaya untuk menonjolkan salah satu obyek dan menekan aspek yang lain. Citra yang digunakan untuk transformasi ini adalah citra yang telah terkalibrasi radiometri yaitu Landsat 8, sehingga nilai yang digunakan adalah nilai *surface reflectance* yang akan digunakan dalam membentuk *Land Surface Temperature* dan *Normalized Difference Vegetation Index*.

Transformasi citra yang digunakan dalam mendeteksi daerah berpotensi kekeringan berupa TVDI, yang merupakan sebuah model kekeringan dari transformasi citra dengan parameter pembentuk adalah *Land Surface Temperature (LST)* dan *NDVI*.

a. Metode Pembentukan NDVI

NDVI merupakan indek vegetasi yang digunakan dalam penentuan tingkat kekeringan berdasarkan TVDI pada penelitian ini. NDVI akan di transformasikan menggunakan data citra landsat 8i OLI level 1. Dimana formula NDVI yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

Keterangan :

NIR : Nilai spektral saluran Near Infrared

R : Nilai spektral saluran Red.

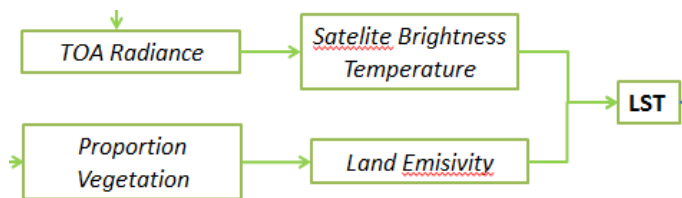
Formula tersebut memperhatikan data spectral yang ada pada landsat. Dimana pada landsat 8, sesuai arahan dari USGS, near infrared dan saluran red yang digunakan terdapat pada *band 5* dan *band 4*. Dimana jika dilakukan penyesuaian pada formula yang ada, maka formula diturunkan menjadi berikut.

$$NDVI = (Band\ 5 - Band\ 4) / (Band\ 5 + Band\ 4)$$

Teknik pembentukan untuk NDVI akan menggunakan GIS dengan metode *imagery analysys* , dimana *band* yang akan digunakan adalah *band 5* dan *4*. Dengan proses komposit dan transformasi NDVI menggunakan *Image Analysis*.

b. Metode Pembentukan LST

LST atau *Land Surface Temperature* merupakan satuan indeks terkait suhu permukaan tanah. Indeks ini akan digunakan dalam pembentukan TVDI. LST dibentuk menggunakan beberapa tahapan. Antara lain seperti pada gambar berikut.



Gambar III. 1 Proses Pembentukan LST

Sumber: Usman, 2015

Dijelaskan pada gambar di atas, bahwa LST dapat dibentuk melalui beberapa komponen di bawahnya. Antara lain, *TOA Radiance*, *Satelite Brightness Temperature*, *Proportion Vegetation*, *Land Emisivity*.

Formula yang digunakan dalam membentuk LST adalah sebagai berikut, dengan kondisi komponen – komponen sebelumnya sudah diidentifikasi.

$$LST = BT / 1 + w * (BT / p) * \ln(e)$$

dimana:

BT = *Band Satellite Temperature*
w = *Centre Wavelength of Band* *x*
p = *14380, Parameter defined*
e = *Emmisivity*

Adapun yang harus ditentukan adalah *Band Satellite Temperature*, dan *Emmisivity*. Dimana *Band Satellite Temperature* dapat diciptakan melalui pembentukan berdasarkan *TOA Radiance*. Sedangkan *Emmisivity* dapat dibentuk menggunakan data *PV / Proportion Vegetation* yang berasal dari *NDVI*.

Adapun rumus pembentukan *Satellite Brightness Temperature* adalah sebagai berikut,

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_\lambda} + 1\right) - pt}$$

dimana:

T = *At-satellite brightness temperature (K)*
L_λ = *TOA spectral radiance (Watts/(m2 * srad * μm))*
K₁ = *Band-specific thermal conversion constant from the metadata (K1_CONSTANT_BAND_x, where x is the thermal band number)*

- K_2 = *Band-specific thermal conversion constant from the metadata*
($K2_CONSTANT_BAND_x$, where x is the thermal band number)
- P_t = *Parameter Satellite Brightness Index*

Dimana *TOA Spectral Radiance* sebagai salah satu bahan pembentukan *Satellite Brightness Temperature* dapat dibentuk dengan transformasi landsat berformula sebagai berikut,

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L$$

dimana:

- L_{λ} = TOA spectral radiance (Watts/(m² * srad * μ m))
- M_L = Band-specific multiplicative rescaling factor from the metadata (RADIANCE_MULT_BAND_x, where x is the band number)
- A_L = Band-specific additive rescaling factor from the metadata (RADIANCE_ADD_BAND_x, where x is the band number)
- Q_{cal} = Quantized and calibrated standard product pixel values (DN)

Sedangkan Untuk Land Emmisivity dapat dibentuk dengan transformasi digital Landsat 8 OLI melalui rumus sebagai berikut,

$$LSE = 0.004P_v + 0.986$$

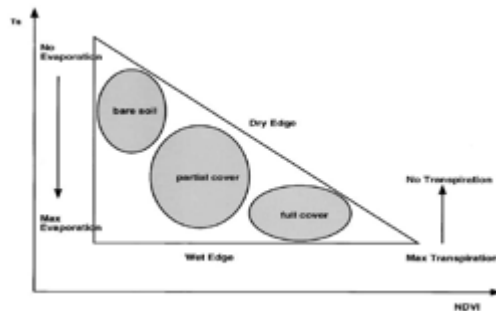
Dimana P_v adalah *Proportion Vegetation*, yang dapat dibentuk melalui transformasi citra digital Landsat 8 OLI dengan formula sebagai berikut,

$$P_v = (NDVI - NDVI_{min} / NDVI_{max} - NDVI_{min})^2$$

Perhitungan pembentukan *Proportion Vegetation* menggunakan bahan dasar NDVI yang telah dibuat.

c. Metode Pembentukan TVDI

Pembentukan TVDI memanfaatkan hubungan segitiga berdasarkan Sandholt (2002). Dimana hubungan segitiga ini memanfaatkan hubungan antara LST dan NDVI untuk mengetahui batas kering dan batas basah pada kedua variable tersebut.

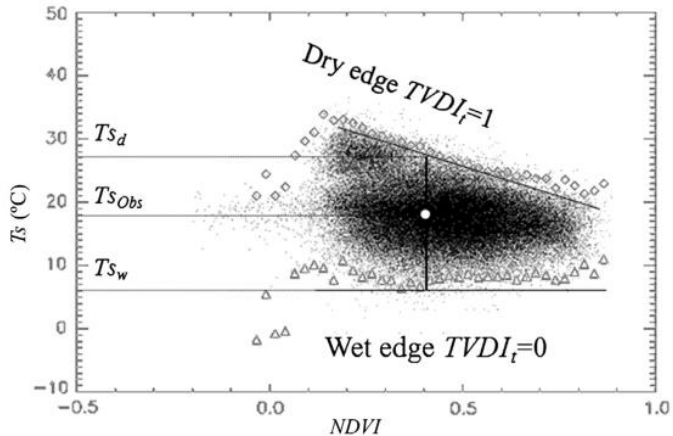


Gambar III. 2 Konsep Ruang LST / NDVI

Sumber: Sandholt, 2002

Dimana untuk mengetahui hubungan segitiga tersebut, dilakukan pengambilan sampel pada masing – masing variable, yaitu LST dan NDVI. Sampel ini akan digunakan untuk membentuk *Scatterplot* antara data NDVI pada sumbu X dan LST pada sumbu Y. dengan dilakukan pembentukan scatterplot tersebut, maka dapat diketahui batas kering dan batas basah yang ada pada hubungan segitiga LST dan NDVI suatu wilayah.

Pengambilan Sampel berdasarkan data Citra Satelit hasil transformasi dalam bentuk LST dan NDVI, Chen et al. (2011).



Gambar III. 3 Konsep Batas Basah dan Kering TVDI

Sumber: Yang et al, 2008

Terlihat pada gambar di atas, setelah dilakukan pengambilan sampel pada citra LST dan sampel pada citra NDVI per pixel sesuai yang dibutuhkan, dan dibentuk *scatterplot* seperti di atas, maka dapat diketahui batas kering dan batas basah. Batas kering berada pada garis linear bagian atas titik – titik *scatterplot*, dengan nilai maksimum TVDI sebesar 1. Sedangkan Batas Basah merupakan garis bawah pada titik – titik *scatterplot*. Dengan kondisi TVDI paling basah adalah sama dengan 0. Yang akan muncul pada batas atas dan batas bawah adalah persamaan linear *dry edge* dan *wet edge*. Dimana hal itu dijelaskan dalam formula pembentukan TVDI berdasarkan X. Yang et al. 2008 adalah sebagai berikut;

$$TVDI = \frac{LST - f(NDVI)_{min}}{f(NDVI)_{max} - f(NDVI)_{min}}$$

Dimana;

LST = Land Surface Temperature dalam pixel / hasil transformasi citra digital

NDVI = Indeks Vegetasi dalam pixel / hasil transformasi citra digital

$f(NDVI)_{max}$ dan $f(NDVI)_{min}$ adalah fungsi linear dari indeks vegetasi. Yang di artikan dalam bentuk persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} f(NDVI)_{max} &: a_{max} + b_{max} \times NDVI \\ f(NDVI)_{min} &: a_{min} + b_{min} \times NDVI \end{aligned}$$

Dimana;

$a_{max} + b_{max}$ adalah parameter regresi linear untuk *dry edge* atau batas kering.

$a_{min} + b_{min}$ adalah parameter regresi linear untuk *wet edge* atau batas basah.

3.5.2.2. Teknik Sistem Informasi Geografis

a. Metode Pengharkatan (*Scoring*)

Metode pengharkatan adalah pemberian skor terhadap masing-masing kelas dalam setiap parameter. Pemberian harkat ini didasarkan pada seberapa besar pengaruh kelas tersebut terhadap kekeringan. Semakin tinggi pengaruhnya terhadap kekeringan maka harkat yang diberikan akan semakin tinggi.

Pemberian harkat terhadap parameter-parameter kekeringan dilakukan secara linear terhadap kelas-kelas dalam suatu parameter kekeringan. Adapun penjelasan

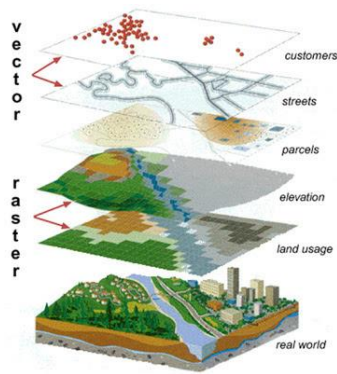
dan kriteria pengharkatan untuk masing-masing parameter dapat dilihat pada bab II yang telah dijelaskan sebelumnya.

Menentukan interval kelas potensi kekeringan dalam penelitian ini dengan cara menjumlahkan skor tertinggi dikurangi jumlah skor terendah dibagi dengan jumlah kelas yang diinginkan. Rumus berikut digunakan untuk mempermudah perhitungan:

$$\text{interval kelas} = \frac{\text{Skor maksimal} - \text{skor minimal}}{\text{jumlah kelas}}$$

b. Metode *overlay* / *SuperImpose*

Tumpang tindih merupakan interaksi atau gabungan dari beberapa peta biofisik pemicu kekeringan. Tumpang tindih beberapa peta menghasilkan suatu informasi baru dalam bentuk luasan atau poligon yang terbentuk dari irisan beberapa poligon dari peta-peta tersebut. Peta yang ditumpang tindih merupakan peta-peta yang sebelumnya telah diberi skor pada setiap kelas dari masing-masing parameter biofisik sehingga menghasilkan peta zonasi kekeringan. Metode *overlay* digunakan dalam penentuan zona resiko. Dimana akan di tumpuk beberapa layer peta untuk menciptakan zona resikonya. Secara konseptual, *overlay* adalah sebagai berikut.



Gambar III 4 Konsep Overlay

Sumber: Ilham, 2013

Pemahaman bahwa overlay peta (minimal 2 peta) harus menghasilkan peta baru adalah hal mutlak. Dalam bahasa teknis harus ada poligon yang terbentuk dari 2 peta yang di-overlay. Jika dilihat data atributnya, maka akan terdiri dari informasi peta pembentuknya.

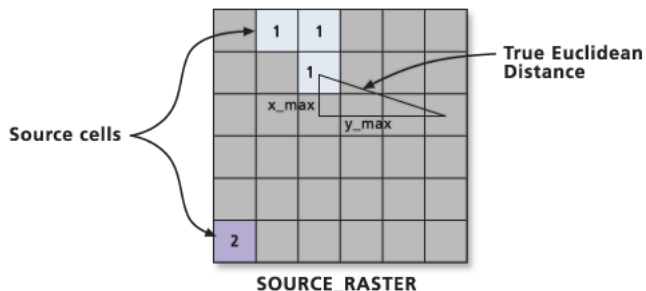
c. Metode *Query Builder*

Metode Query dilakukan setelah analisa overlay. Dimana dalam query dapat ditentukan beberapa formula guna mencari atau menetapkan sebuah klasifikasi. Pada penelitian ini query akan digunakan dalam penentuan zona resiko dengan parameter yang ada. Sehingga akan menciptakan hasil zona resiko sesuai dengan kriteria yang telah dilakukan *query builder*.

d. Metode *Euclidian Distance*

Euclidian Distance merupakan metode yang digunakan dalam menentukan zona resiko, lebih tepatnya menentukan jarak jangkauan dengan metode dasar buffer

terhadap sumber air dan irigasi eksisting. Untuk mengetahui kawasan mana saja yang sudah tercakup sumber air. *Euclidian distance* pada GIS digunakan untuk mengetahui jarak dari *cell* ke *cell* dengan konsep jarak terdekat hingga terjauh. *Euclidian distance* pada GIS dihitung dari pusat sumber *cell* ke pusat *cell* lainnya disekitar pusat *cell* tersebut. Secara konseptual, algoritma Euclidean bekerja sebagai berikut: untuk setiap sel, jarak ke masing-masing sel sumber ditentukan dengan menghitung sisi miring dengan x_{max} dan y_{max} sebagai dua kaki segitiga lainnya. Perhitungan ini menghasilkan jarak Euclidean yang benar, bukan jarak antar sel secara harfiah. Jarak terpendek ke sumber ditentukan, dan jika jaraknya kurang dari jarak maksimum yang ditentukan, nilainya diberikan ke lokasi sel diluar output raster.

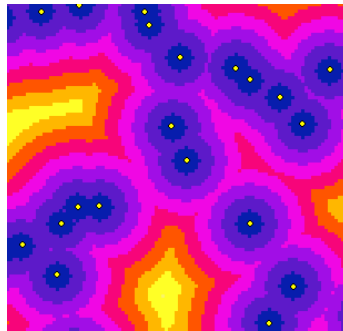


Gambar III. 5 Konsep Perhitungan *Euclidian Distance*

Sumber: Esri, 2013

Uraian di atas adalah penggambaran konseptual tentang bagaimana nilai diturunkan. Algoritma yang sebenarnya menghitung informasi menggunakan dua proses sekuensial. Proses ini membuat kecepatan alat independen dari jumlah sel sumber, distribusi sel sumber,

dan jarak maksimum yang ditentukan. Satu-satunya faktor yang mempengaruhi kecepatan alat yang dijalankan adalah ukuran raster. Waktu komputasi berbanding lurus dengan jumlah sel di jendela Analisis. Adapun contoh output dari *eculedian distance* adalah sebagai berikut.



Gambar III. 1 Output *Euclidian Distance*

Sumber: Esri, 2013

e. Metode Raster Calculator

Raster Calculator merupakan sebuah metode dalam melakukan transformasi citra. Dimana raster calculator ini akan digunakan untuk mengolah data citra sesuai dengan penelitian ini, seperti dalam proses penciptaan LST dan NDVI guna mewujudkan model kekeringan TVDI dalam bentuk spasial.

3.5.2.3. Asumsi Penentuan Zona Resiko

Asumsi dalam menentukan zona resiko kekeringan pada kabupaten lamongan adalah berdasarkan tingkat kekeringan dan sumber air / irigasi eksisting. Berdasarkan tinjauan dinyatakan bahwa berdasarkan Syarief (2015) penetapan zona resiko

kekeringan ditentukan berdasarkan kepentingan penelitian dan tujuannya. Pada dasarnya penetapan zona kekeringan, parameter di dalamnya akan mengikuti sasaran yang ada. Jika tujuannya adalah terkait identifikasi mengapa kekeringan sulit di atasi maka diperlukan *overlay* variable yang terkait seperti jenis tanah dan lainnya. Minimal penetapan resiko membutuhkan 2 jenis variable, sesuai dengan kebutuhan sasaran dan tujuan penelitian. Dimana pada penelitian ini yang dituju adalah terkait pengairannya.

Meninjau dari Akbar (2013), yang menyatakan bahwa resiko juga harus terdiri dari 2 variable adalah mutlak, dan memiliki konseptual yang menunjukkan prioritas. Dikarenakan kawasan resiko dalam pembentukannya membutuhkan paling tidak asumsi variable yang dapat mengurangi tingkat bencana yang ada. Dimana pada penelitian ini, pada bencana kekeringan, variable yang dapat mengurangi tingkat kekeringan dan dampaknya antara lain adalah sumber air seperti sungai atau waduk serta irigasi eksistingnya. Semakin dekat dengan sumber air maka kawasan tersebut resiko akibat kekeringan akan semakin rendah, semakin jauh maka resiko akan semakin tinggi. Begitu pula dengan irigasi, semakin tercakup irigasi maka kawasan tersebut semakin tidak beresiko dalam artian lembab dan tidak kering, sebaliknya, semakin jauh maka resiko semakin tinggi.

3.5.2.4. Metode Penentuan Kebutuhan Pengairan

Dalam menentukan kebutuhan pengairan guna mengurangi resiko kekeringan. Berdasarkan tinjauan diketahui bahwa irigasi sangat cocok untuk mengurangi dampak kekeringan khususnya pada kawasan pertanian. Dikarenakan irigasi dapat menyalurkan air dengan baik dan dapat mengatur kelembapan pada tanah guna mengurangi kerusakan akibat kekeringan.

Berdasarkan tinjauan yang ada, yaitu pedoman teknis perencanaan jaringan irigasi PU Pengairan (2013). Bahwa terdapat kriteria cakupan untuk masing – masing jenis irigasi, seperti halnya irigasi primer sepanjang 1600m dapat mencakup areal seluas 120Ha, irigasi sekunder sepanjang 1000m dapat mencakup 50Ha, dan irigasi terseier sepanjang 500m dapat mencakup areal sebesar 15 Ha. Selain itu pada pedoman tersebut juga dinyatakan, bahwa jenis – jenis irigasi memiliki kriteria peletakan tersendiri. Dimana untuk mengatasi kawasan kekeringan tergantung tingkatanya, dibutuhkan jenis irigasi yang berbeda.

Adapun untuk jenis resiko kekeringan paling tinggi membutuhkan jaringan irigasi hingga tersier. Sedangkan untuk kawasan dengan kawasan cukup kering - kering dibutuhkan hingga jaringan irigasi sekunder saja. Dan untuk kawasan yang tergolong normal hanya diperlukan jaringan hingga primer saja. Dan selai itu diasumsikan kawasan sudah memiliki jaringan irigasi, atau resiko rendah dan tergolong lahan yang tak beresiko kering dalam artian basah. Berdasarkan hal tersebut, maka ditentukan formula untuk perhitungan kuantitatif dengan dasar hasil kawasan resiko yang di dapatkan nantinya, untuk menentukan sebeara banyak jaringan irigasi yang dibutuhkan untuk meminimalis kekeringan yang ada.

- Primer = $\left(\frac{\text{"Resiko sedang/normal"}}{120} \right) * 1600 + \left(\left(\frac{\text{"Resiko sangat tinggi"}}{15} \right) * 500 \right) / 20 + \left(\left(\frac{\text{"Resiko tinggi"}}{50} \right) * 1000 \right) / 13$
- Sekunder = $\left(\frac{\text{"Resiko tinggi"}}{50} \right) * 1000 + \left(\left(\frac{\text{"Resiko normal/sedang"}}{15} \right) * 500 \right) * 13 / 20$
- Tersier = $\left(\frac{\text{"Resiko sangat tinggi"}}{15} \right) * 500$

4.6. Tahapan Penelitian

Secara garis besar penelitian ini dilakukan secara 5 tahap, yaitu tahapan pendahuluan, tahapan tinjauan pustaka, tahapan pengumpulan data, analisa dan perumusan konsep dan penarikan kesimpulan. Adapun penjelasan dari tahapan-tahapan tersebut adalah:

3.6.1. Perumusan Masalah

Pada tahap pendahuluan ini terdiri atas 3 kegiatan utama, yaitu menentukan ancaman eksisting kekeringan di kabupaten Lamongan, menentukan potensi resiko kekeringan di kabupaten Lamongan, dan melakukan adaptasi system pengairan untuk mitigasi kekeringan di kabupaten Lamongan

3.6.2. Studi Pustaka

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan informasi terkait dengan bahasan penelitian berupa teori, konsep, studi kasus yang relevan dengan penelitian ini. Dari pengumpulan informasi tersebut kemudian didapatkan variabel-variabel yang merupakan dasar peneliti dalam mencapai sasaran-sasaran penelitian.

3.6.3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini data yang dikumpulkan adalah data yang menunjang tercapainya sasaran studi dimana kebutuhan data tersebut disesuaikan dengan analisa dan variabel yang digunakan. Adapun teknik dalam pengumpulan data dilakukan melalui observasi, dan survey sekunder.

3.6.4. Analisis Data

Setelah data-data yang dibutuhkan dalam penelitian diperoleh, analisa adalah tahapan yang menentukan bagaimana konsep dari penelitian kita. Analisa yang dilakukan mengacu

kepada teori yang dihasilkan dari studi literatur sehingga tetap sesuai dengan *grand design* penelitian. Dari hasil analisa ini, kita akan mendapatkan sebuah arahan yang akan digunakan dalam penelitian tersebut

3.6.5. Penarikan Kesimpulan

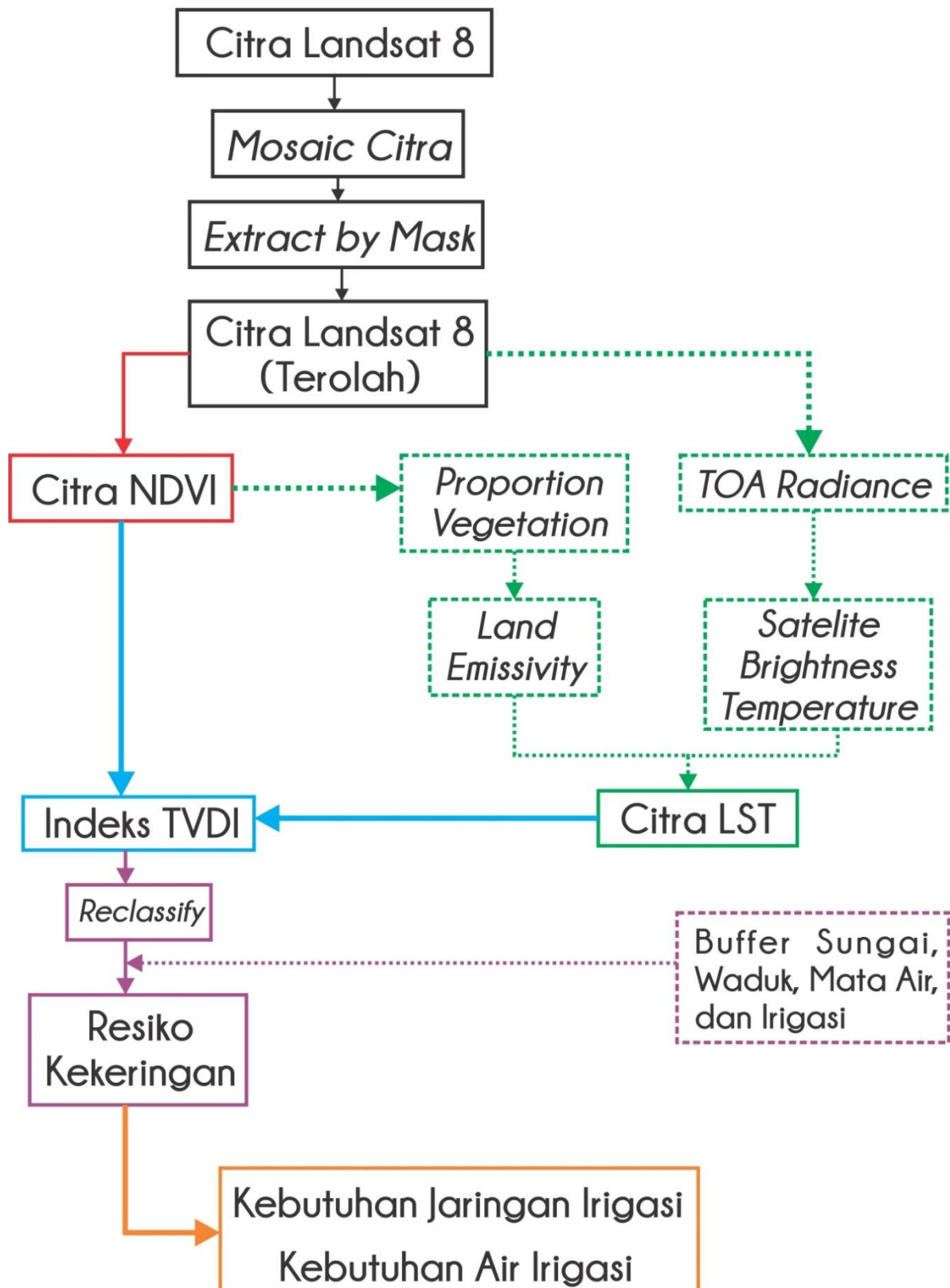
Hasil dari proses analisa yang telah dilakukan akan menghasilkan kesimpulan jawaban berdasarkan permasalahan yang diungkapkan pada awal penelitian yang kemudian dikaji dalam analisa yang telah dilakukan. Berdasarkan hasil tersebut dilakukan arahan irigasi sebagai proses mitigasi kekeringan kabupaten Lamongan.

4.7. Alur Logika Kerangka Pengerjaan

Berikut adalah alur logika dalam pengerjaan penelitian ini untuk mencapai sasaran – sasaran yang sudah di canangkan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KERANGKA KERJA



Gambar III 6 Kerangka Pengerjaan

Sumber: Hasil Digitasi, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.8. Keterkaitan Sasaran, Variable dan Output

Berikut tabel keterkaitan antara sasaran, variable dan output yang dihasilkan dalam penelitian ini,

Tabel III 2 Tabel Keterkaitan Sasaran, Variable dan Output

| No | Tujuan Analisis | Alat Analisis | Penjelasan Alat Analisis | Hasil |
|----|---|--|--|---|
| 1 | Mengidentifikasi tingkat kekeringan pada kabupaten lamongan berdasarkan indeks TVDI | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Perhitungan Kuantitatif Matematis ✓ Transformasi Citra Digital ✓ GIS ✓ SPSS | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Perhitungan matematis untuk mengetahui tingkat kerugian pada kabupaten lamongan ✓ Interpretasi citra digital Landsat 8 untuk identifikasi dan pembentukan model kekeringan TVDI pada kabupaten lamongan | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Diketahui Daerah Tingkat Kerugian sektor pertanian kabupaten lamongan ✓ Terbentuknya model kekeringan TVDI pada kabupaten lamongan |

| | | | | |
|---|--|--|--|---|
| 2 | Mengetahui Tingkat resiko bencana kekeringan terhadap sektor pertanian di kabupaten Lamongan | ✓ <i>Analisa GIS dengan Overlay</i> ✓ <i>Eucledian Distance Buffer Analysis</i> ✓ <i>Query</i> | ✓ Teknik buffer diperuntukkan untuk menciptakan peta jangauan terhadap sumber air ✓ Teknik yang digunakan adalah overlay beberapa parameter yang dibutuhkan serta dilakukannya analisa <i>query builder</i> untuk mendapatkan klasifikasi zona kekeringan | ✓ Peta jangkauan terhadap sumber air ✓ Peta resiko bencana kekeringan kabupaten Lamongan |
|---|--|--|--|---|

| | | | | |
|---|---|--|---|---|
| 3 | Mengidentifikasi skenario pengairan yang baik guna mengurangi dampak bencana kekeringan di kabupaten Lamongan . | ✓ <i>Perhitungan Matematis Kuantitatif</i> | ✓ Perhitungan uantitatif sesuai standar yang dianut, terhadap hasil resiko kekeringan | ✓ Kebutuhan jaringan irigasi ✓ Kebutuhan air guna pengairan irigasi ✓ Peta kebutuhan irigasi ✓ Peta kebutuhan air irigasi. |
|---|---|--|---|---|

Sumber: Hasil Analisa Peneliti 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Administrasi wilayah studi penelitian ini adalah Kabupaten Lamongan secara keseluruhan, Kabupaten Lamongan memiliki luas wilayah kurang lebih 1.812,80 Km² setara 181.280 Ha atau + 3.78 % dari luas wilayah Propinsi Jawa Timur dengan panjang garis pantai sepanjang 47 Km. Batas wilayah administratif Kabupaten Lamongan adalah :

- Sebelah Utara : Berbatasan dengan Laut Jawa
- Sebelah Timur : Berbatasan dengan Kabupaten Gresik
- Sebelah Selatan : Berbatasan dengan Kab. Jombang dan Kab. Mojokerto
- Sebelah Barat : Berbatasan dengan Kab. Bojonegoro dan Kab. Tuban.

Wilayah Kabupaten Lamongan dibelah oleh Sungai Bengawan Solo, dan secara garis besar daratannya dibedakan menjadi tiga karakteristik yaitu :

- Bagian Tengah Selatan merupakan dataran rendah yang relatif subur yang membentang dari Kecamatan Kedungpring, Babat, Sukodadi, Pucuk, Lamongan, Deket, Tikung, Sugio, Sarirejo dan Kembangbahu
- Bagian Selatan dan Utara merupakan pegunungan kapur berbatu-batu dengan kesuburan sedang. Kawasan ini terdiri dari Kecamatan Mantup, Sambeng, Ngimbang, Bluluk, Sukorame, Modo, Brondong, Paciran, dan Solokoro.

- Bagian Tengah Utara merupakan daerah Bonorowo yang merupakan daerah rawan banjir. Kawasan ini meliputi Kecamatan Sekaran, Maduran, Laren, Karanggeneng, Kalitengah, Turi, Karangbinangun dan Glagah.

Adapun daftar kecamatan yang tercakup dalam administrasi wilayah kabupaten lamongan adalah sebagai berikut, (beserta jaraknya ke ibukota)

Tabel IV. 1 Nama Kecamatan dan Jaraknya ke Ibukota Kabupaten Lamongan

| Kecamatan | Ibu Kota Kecamatan | Jarak Ke Ibu Kota Kabupaten (km) |
|------------------|---------------------------|---|
| Sukorame | Sukorame | 51 |
| Bluluk | Bluluk | 41 |
| Ngimbang | Sendangrejo | 39 |
| Sambeng | Ardirejo | 31 |
| Mantup | Mantup | 19 |
| Kembangbahu | Kembangbahu | 14 |
| Sugio | Sugio | 17 |
| Kedungpring | Kedungpring | 29 |
| Modo | Mojorejo | 37 |
| Babat | Bedahan | 27 |
| Pucuk | Pucuk | 17 |

| Kecamatan | Ibu Kota Kecamatan | Jarak Ke Ibu Kota Kabupaten (km) |
|------------------|---------------------------|---|
| Sukodadi | Sukodadi | 11 |
| Lamongan | Lamongan | 0 |
| Tikung | Bakalanpule | 8 |
| Sarirejo | Dermolemahbang | 14 |
| Deket | Deketwetan | 4 |
| Glagah | Glagah | 14 |
| Karangbinangun | Sambopinggir | 16 |
| Turi | Sukoanyar | 6 |
| Kalitengah | Dibee | 25 |
| Karanggeneng | Karanggeneng | 24 |
| Sekaran | Bulutengger | 22 |

Sumber: Badan Koordinasi Penanaman Modal Kabupaten Lamongan 2014

Sedangkan untuk fokus wilayah studi adalah kawasan pertanian yang ada di kabupaten lamongan. Adapun jenis dari kawasan pertanian, letak, serta luasnya akan di sajikan dalam tabulasi sebagai berikut.

Tabel IV. 2 Kawasan Pertanian di Kabupaten Lamongan

| KECAMATAN | LANDUSE (hektar) | | | |
|---------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|---------------|
| | Perkebunan | Sawah Irigasi | Sawah Tadah Hujan | Tambak |
| KEC. BABAT | 63.67 | 1702.43 | 2283.69 | - |
| KEC. BLULUK | 13.85 | 5.70 | 2932.36 | - |
| KEC. BRONDONG | 289.33 | 80.37 | 1146.85 | 340.10 |
| KEC. DEKET | 3.61 | 3790.19 | - | - |
| KEC. GLAGAH | 23.40 | 4292.13 | - | - |
| KEC. KALITENGAH | 41.35 | 3007.58 | - | - |
| KEC. KARANGBINANGUN | 71.33 | 3948.10 | - | - |
| KEC. KARANGGENENG | 241.08 | 3277.13 | - | - |
| KEC. KEDUNGPRING | 211.55 | 1915.51 | 2595.47 | - |
| KEC. KEMBANGBAHU | 252.46 | 4739.62 | 853.92 | - |
| KEC. LAMONGAN | 92.81 | 3114.94 | 14.57 | 0.08 |

| KECAMATAN | LANDUSE (hektar) | | | |
|---------------|------------------|---------------|-------------------|--------|
| | Perkebunan | Sawah Irigasi | Sawah Tadah Hujan | Tambak |
| KEC. LAREN | 207.47 | 4752.45 | 436.99 | - |
| KEC. MADURAN | 134.99 | 2267.84 | - | - |
| KEC. MANTUP | 1669.04 | 1986.55 | 2337.62 | - |
| KEC. MODO | 111.63 | 3420.33 | 803.72 | - |
| KEC. NGIMBANG | 182.21 | 15.06 | 5272.71 | - |
| KEC. PACIRAN | 324.64 | 46.44 | 354.81 | - |
| KEC. PUCUK | 483.79 | 3296.15 | 7.47 | - |
| KEC. SAMBENG | 2015.77 | 1722.16 | 1806.63 | - |
| KEC. SARIREJO | 6.61 | 3921.36 | 262.63 | - |
| KEC. SEKARAN | 102.65 | 3612.45 | - | - |
| KEC. SOLOKURO | 264.62 | 381.27 | 3066.32 | - |
| KEC. SUGIO | 400.73 | 5481.32 | 487.12 | - |
| KEC. SUKODADI | 297.58 | 3621.22 | - | - |
| KEC. SUKORAME | 41.61 | - | 2011.77 | - |
| KEC. TIKUNG | 55.88 | 4839.32 | 96.54 | - |

| KECAMATAN | LANDUSE (hektar) | | | |
|-----------|------------------|---------------|-------------------|--------|
| | Perkebunan | Sawah Irigasi | Sawah Tadah Hujan | Tambak |
| KEC. TURI | 101.22 | 4542.13 | - | - |

Sumber: Hasil Olah Data Peneliti 2017

4.1.1. Ekonomi

4.1.1.1. PDRB

Produk Domestik Bruto atas dasar harga konstan di Kabupaten Lamongan menunjukkan sektor pertanian lebih dominan dibandingkan sektor lainnya. kemudian di sektor industri, perdagangan dan jasa-jasa semakin meningkat tiap tahunnya. Sehingga dapat dikatakan bahwa Sektor Pertanian merupakan sektor unggulan pada kabupaten lamongan. untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel IV. 3 PDRB Atas Harga Berlaku Kabupaten Lamongan Tahun 2011-2015

| No | Lapangan Usaha | Tahun (Milyar Rupiah) | | | | |
|----|---|-----------------------|---------------------|-----------------|------------------|------------------|
| | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| 1 | Pertanian | 6 955 204,4 1 | 8 035 793,7 9 | 9 104 705,8 | 10 322 062,98 | 11 520 119,94 |
| 2 | Pertambangan/Pe nggalian | 246 663 | 259 082,9 4 | 274 836,35 | 329 943,46 | 392 901,55 |
| 3 | Industri Pengolahan | 1 320 283,1 7 | 1 464 562,2 2 | 1 615 810,22 | 1 835 943,16 | 2 088 372,45 |
| 4 | Listrik, Gas & Air Bersih | 12 708,4 7 | 13 609,3 7 | 13 259,37 | 13 756,46 | 15 167,62 |
| 5 | Pengadaan Air, pengelolaan sampah | 20 167,6 7 | 22 216,4 2 | 24 929,49 | 26 543,99 | 29 172,8 |
| 6 | Konstruksi | 2 060 273,4 4 | 2 265 000,3 4 | 2 458 100,06 | 2 742 799,85 | 3 028 159,56 |
| 7 | Perdagangan | 3 390 | 3 802 | 4 362 | 4 820 | 5 404 |

| No | Lapangan Usaha | Tahun (Milyar Rupiah) | | | | |
|----|------------------------------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| | besar dan eceran, reparasi | 389,96 | 098,46 | 987,08 | 593,73 | 688,73 |
| 8 | Transportasi dan pergudangan | 130201,6 | 142291,18 | 163870,98 | 191634,5 | 219628,03 |
| 9 | Penyediaan akomodasi | 234504,32 | 259021,71 | 288644,92 | 337183,96 | 405135,82 |
| 10 | Informasi dan komunikasi | 1306549,3 | 1412988,92 | 1524199,81 | 1621389,09 | 1795792,3 |
| 11 | Jasa euangan dan asuransi | 334447,11 | 398533,03 | 469006,92 | 530657,83 | 596170,24 |
| 12 | Real estate | 358103,59 | 405896,48 | 458795,25 | 501326,67 | 588951,38 |
| 13 | Jasa perusahaan | 51816,87 | 55984,5 | 61877,75 | 67349,31 | 75411,98 |
| 14 | Administrasi pemerintah | 887300,32 | 971150,79 | 1021400,09 | 1049706,65 | 1158179,87 |
| 15 | Jasa pendidikan | 450780,39 | 520383,79 | 586598,54 | 664421,99 | 744189,54 |
| 16 | Jasa kesehatan dan kegiatan sosial | 134397,83 | 154780,4 | 177629,07 | 205988,2 | 234356,58 |
| 17 | Jasa lainnya | 371149,9 | 378295,0 | 405584,06 | 462752,88 | 534923,52 |

| No | Lapangan Usaha | Tahun (Milyar Rupiah) | | | | |
|----|----------------|-----------------------|-------|--------|--------|--------|
| | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| | Jumlah | 18 | 20 | 23 012 | 25 724 | 28 831 |
| | | 264 | 561 | 335,76 | 054,72 | 321,9 |
| | | 971,4 | 689,4 | | | |

Sumber : Kabupaten Lamongan dalam Angka 2016

4.1.1.2. Produksi Komoditas

Produksi Komoditas Kabupaten Lamongan memiliki skala lebih kecil di banding PDRB, yaitu per desa. Data produksi komoditas akan digunakan dalam menentukan ruang lingkup kawasan penanganan. Data produksi komoditas dapat di olah untuk mendapatkan kawasan unggulan dengan skala lebih detail. Adapun data produksi komoditas (dalam Ton) di Kabupaten Lamongan sebagai berikut.

Tabel IV. 4 Hasil Produksi Pertanian Kabupaten Lamongan Tahun 2015

| KECAMATAN | TOTAL PRODUKSI (ton) | KARANGGENG | 29846 |
|----------------|----------------------|-------------|-----------|
| BABAT | 82250,9 | KEDUNGPRING | 884554,52 |
| BLULUK | 19931,11 | KEMBANGBAHU | 64977,44 |
| BRONDONG | 60818,26 | LAMONGAN | 46326,33 |
| DEKET | 26194,07 | LAREN | 73176,21 |
| GLAGAH | 9017659 | MANTUP | 168212,8 |
| KALITENG AH | 19024,28 | MODO | 860231 |
| KARANGBINANGUN | 46043,49 | NGIMBANG | 23217,9 |
| | | PACIRAN | 56605,08 |

| | |
|----------|-----------|
| PUCUK | 50006,33 |
| SAMBENG | 607632,9 |
| SEKARAN | 578938 |
| SOLOKURO | 67262 |
| SUGIO | 106756,26 |
| SUKODADI | 82745,09 |

| | |
|----------|-------------------------------|
| SUKORAME | 24410,78 |
| TIKUNG | 61509,78 |
| TURI | 39127,01 |
| Jumlah | 13097456,5 4 |

Sumber: Lamongan Dalam Angka 2016

Dapat dilihat pada data di atas, bahwa ada beberapa kecamatan yang memiliki produksi komoditas pertanian dalam golongan mayoritas, yaitu, Kedung Pring dan Sugio. 2 kecamatan dapat di justifikasi sementara bahwa kecamatan tersebut merupakan kecamatan yang unggul dalam produksi pertaniannya.

4.1.2. Fisik Dasar

4.1.2.1. Topografi

Kondisi topografi Kabupaten Lamongan dapat ditinjau dari ketinggian wilayah di atas permukaan laut dan kelerengan lahan. Kabupaten Lamongan terdiri dari dataran rendah dan berawa dengan ketinggian 0-20 m dengan luas 50,17% dari luas Kabupaten Lamongan, daratan ketinggian 25-100 m seluas 45,68% dan sisanya 4,15% merupakan daratan dengan ketinggian di atas 100 m. Klasifikasi kemiringan lahan per Kecamatan dapat dilihat pada tabel 3.28.

Tabel IV. 5 Luasan Berdasarkan Klasifikasi Kemiringan di Kabupaten Lamongan Tiap Kecamatan

| No. | Kecamatan | 0-2% | 2-15% | 15-40% | > 40% | Luas (Ha) |
|-----|-----------|-------|--------|--------|-------|-----------|
| 1 | Sukorame | 2.923 | 1.224 | - | - | 4.147 |
| 2 | Bluluk | 3.503 | 1.850 | 62 | - | 5.415 |
| 3 | Ngimbang | 5.069 | 1.452 | 4.912 | - | 11.433 |
| 4 | Sambeng | 5.116 | 11.806 | 2.390 | 232 | 19.544 |

| No. | Kecamatan | 0-2% | 2-15% | 15-40% | > 40% | Luas (Ha) |
|---------------|----------------|----------------|---------------|--------------|------------|----------------|
| 5 | Mantup | 8.217 | 1.060 | 30 | - | 9.307 |
| 6 | Kembangbahu | 6.352 | 32 | - | - | 6.384 |
| 7 | Sugio | 7.020 | 2.027 | 82 | - | 9.129 |
| 8 | Kedungpring | 6.041 | 1.930 | 472 | - | 8.443 |
| 9 | Modo | 5.953 | 1.407 | 420 | - | 7.780 |
| 10 | Babat | 5.361 | 772 | 162 | - | 6.295 |
| 11 | Pucuk | 4.386 | 98 | - | - | 4.484 |
| 12 | Sukodadi | 5.232 | - | - | - | 5.232 |
| 13 | Lamongan | 4.038 | - | - | - | 4.038 |
| 14 | Tikung | 5.299 | - | - | - | 5.299 |
| 15 | Sarirejo | 4.739 | - | - | - | 4.739 |
| 16 | Deket | 5.005 | - | - | - | 5.005 |
| 17 | Glagah | 4.052 | - | - | - | 4.052 |
| 18 | Karangbinangun | 5.288 | - | - | - | 5.288 |
| 19 | Turi | 5.869 | - | - | - | 5.869 |
| 20 | Kalitengah | 4.335 | - | - | - | 4.335 |
| 21 | Karanggeneng | 5.132 | - | - | - | 5.132 |
| 22 | Sekaran | 4.965 | - | - | - | 4.965 |
| 23 | Maduran | 3.015 | - | - | - | 3.015 |
| 24 | Laren | 7.285 | 2.315 | - | - | 9.600 |
| 25 | Solokuro | 2.110 | 7.850 | 142 | - | 10.102 |
| 26 | Paciran | - | 4.314 | 425 | 50 | 4.789 |
| 27 | Brondong | 5.047 | 2.337 | 75 | - | 7.459 |
| JUMLAH | | 131.352 | 40.474 | 9.172 | 282 | 181.280 |

Sumber: Kabupaten Lamongan Dalam Angka 2015

4.1.2.2. Geologi

Secara fisiografis wilayah Kabupaten Lamongan bagian utara dan selatan termasuk dalam Zone Rembang (Van Bemmelen, 1949) yang disusun oleh endapan paparan yang kaya akan unsur karbonatan, sedangkan wilayah bagian tengah termasuk zone Randublatung yang kenampakan permukaannya

merupakan dataran rendah, namun sebetulnya merupakan suatu depresi (cekungan) yang tertutup oleh endapan hasil pelapukan dan erosi dari batuan yang lebih tua pada Zona Kendeng dan Rembang. Sejarah geologi Kabupaten Lamongan diperkirakan dimulai kurang lebih 37 juta tahun yang lalu (kasa Oligosen). Saat itu wilayah Kabupaten Lamongan masih berupa lautan (bagian dari Cekungan Jawa Timur). Selanjutnya terjadi proses sedimentasi secara berurutan ke atas berupa penghamparan batuan sedimentasi laut yang kaya unsur karbonatan. Proses ini berlangsung hingga kurang lebih 19 juta tahun (hingga kala Polisen). Pada kurang lebih 1,8 juta tahun yang lalu terjadi aktifitas tektonik (Orogenesa Plio-Pleistosen) yang menyebabkan terangkatnya Kabupaten Lamongan muncul ke permukaan laut. Adapun jenis batuan yang dijumpai di Kabupaten Lamongan dapat dikelompokkan sebagai berikut.

- Satuan Batu Lanau dengan sisipan batu gamping pasir dan batu lempung
- Satuan Napal dengan sisipan batu pasir gampingan, batu pasir dan tuff
- Satuan Batu Lempung dengan sisipan batu pasir gampingan dan batu gamping
- Satuan Batu Pasir Tufan dengan sisipan konglomerat, breksi dan batu lempung
- Satuan Batu Gamping Koral dan Klastik dengan sisipan napal dan batu lempung
- Aluvial

4.1.2.3. Jenis Tanah

Jenis tanah di Kabupaten Lamongan terdiri dari 8 macam, dengan Klasifikasi tanah terbesar merupakan jenis tanah Kpl. Grumosol Kelabu Litosol. Dimana luas lahan berdasarkan pada jenis tanahnya dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel IV. 6 Luas Menurut Jenis Tanah Kabupaten Lamongan

| No. | Jenis Tanah | Luas | |
|---------------|----------------------------------|----------------|---------------|
| | | Hektar | % |
| 1 | Alluvial Hidromorf | 250 | 0,14 |
| 2 | Alluvial Kelabu Kekuningan | 68.810 | 37,96 |
| 3 | Assosiasi Hidromorf | 600 | 0,33 |
| 4 | Litosol | 7.659 | 4,22 |
| 5 | Regusal Coklat kekuningan | 350 | 0,19 |
| 6 | Grumosol Kelabu | 2.125 | 1,17 |
| 7 | Kpl. Grumosol Kelabu Litosol | 78.990 | 43,57 |
| 8 | Kpl. Medeteran Merah dan Litosol | 22.496 | 12,41 |
| JUMLAH | | 181.280 | 100,00 |

Sumber : Kabupaten Lamongan Dalam Angka 2015

4.1.2.4. Kemampuan Tanah

Kemampuan tanah adalah identifikasi unsur-unsur tanah yang sangat berpengaruh terutama terhadap jenis-jenis penggunaan tanah yang ada di atasnya. Unsur kemampuan tanah yang dimaksud terdiri dari luas kemiringan tanah, tekstur tanah, kedalaman efektif tanah, drainase permukaan tanah, faktor terbatas berbatu dan erosi tanah.

Tabel IV. 7 Luas Dirinci Menurut Kemampuan Tanah Kabupaten Lamongan

| No. | Uraian | Luas | |
|-----|-----------------------|---------|-------|
| | | Hektar | % |
| 1 | Luas Kemiringan Tanah | | |
| | 0 - 2 % | 131.352 | 72,46 |
| | 3 - 15% | 40.474 | 22,33 |

| No. | Uraian | Luas | |
|-----|--------------------------|----------------|---------------|
| | | Hektar | % |
| | 16 - 40% | 9.172 | 5,06 |
| | > 40% | 282 | 0,16 |
| | Total | 181.280 | 100,00 |
| | | | |
| 2 | Tekstur Tanah | | |
| | Kasar | 114.884 | 63,37 |
| | Sedang | 63.709 | 35,14 |
| | Halus | 2.687 | 1,48 |
| | Total | 181.280 | 100,00 |
| 3 | Kedalaman Efektif Tanah | | |
| | 0 - 30 Cm | 5.989 | 3,30 |
| | 31 - 60 Cm | 12.916 | 7,12 |
| | 61 – 90 Cm | 34.656 | 19,12 |
| | > 90 Cm | 127.719 | 70,45 |
| | Total | 181.280 | 100,00 |
| 4 | Drainase Permukaan Tanah | | |
| | Tidak pernah tergenang | 151.395 | 83,51 |
| | Tergenang Periodik | 29.273 | 16,15 |
| | Tergenang terus-menerus | 612 | 0,34 |
| | Total | 181.280 | 100,00 |
| 5 | Faktor Terbatas Berbatu | | |
| | Tidak Berbatu | 180.072 | 99,33 |
| | Berbatu | 1.208 | 0,67 |
| | Total | 181.280 | 100,00 |
| 6 | Erosi Tanah | | |
| | Tidak ada Erosi | 169.994 | 93,77 |

| No. | Uraian | Luas | |
|-----|--------------|----------------|---------------|
| | | Hektar | % |
| | Ada Erosi | 11.286 | 6,23 |
| | Total | 181.280 | 100,00 |

Sumber : Kabupaten Lamongan Dalam Angka 2015

Kemampuan tanah di Kabupaten Lamongan merupakan unsur-unsur yang sangat berpengaruh pada jenis-jenis penggunaan lahan yang ada di atasnya. Unsur-unsur fisik tersebut meliputi :

A. Tekstur Tanah

Sebagian besar wilayah di Kabupaten Lamongan bertekstur Kasar 114.884 Ha atau 63,37 % dari luas wilayah. Selain itu, wilayah dengan luas 63.709 Ha atau 35,14 % adalah tanah dengan tekstur sedang sedangkan tanah dengan tekstur halus mempunyai luas sebesar 2.687 Ha atau 1,48 % dari luas wilayah Kabupaten Lamongan seluruhnya.

B. Kedalaman Efektif Tanah

Sebagian besar kecamatan di Kabupaten Lamongan, wilayahnya terletak pada kedalaman > 90 cm yang mencakup areal seluas 127.719 Ha atau 70,45%. Wilayah dengan kedalaman ini baik untuk pertumbuhan perakaran tanaman. Sedangkan yang memiliki kedalaman 61 - 90 cm di Kabupaten Lamongan meliputi areal seluas 34.656 Ha atau 19,12 % dari luas Kabupaten Lamongan seluruhnya. Wilayah ini baik untuk tanaman semusim dan cukup baik untuk tanaman keras atau tahunan.

Wilayah yang berada pada kedalaman 31 - 60 cm di Kabupaten lamongan adalah seluas 12.916 Ha atau 7,12 % dari seluruh luas Kabupaten Lamongan yang mana kondisi demikian ini cukup baik untuk tanaman keras/tahunan. Luas wilayah di Kabupaten Lamongan yang berada pada kedalaman efektif tanah 0-30 cm adalah seluas 5.989 Ha atau 3,30% dari seluruh luas Kabupaten Lamongan. Pada wilayah ini masih memungkinkan diusahakan tanaman

semusim, tetapi pada kedalaman 0 - 10 cm tidak baik untuk pertumbuhan tanaman.

C. Drainase

Kabupaten Lamongan memiliki drainase yang baik yakni tidak pernah tergenang air mencakup seluas 151.395 Ha atau 83.51% dari wilayah Kabupaten Lamongan seluruhnya, kecuali pada dataran-dataran yang kemampuan saluran drainasenya bermasalah. Drainase tanah menunjukkan lama dan seringnya tanah jenuh terhadap kandungan air dan menunjukkan kecepatan resapan air dari permukaan tanah.

D. Erosi Tanah

Di Kabupaten Lamongan, wilayah yang tidak ada erosi yang meliputi areal seluas 169.994 Ha atau 93,77 % dari luas Kabupaten Lamongan seluruhnya sedangkan yang tererosi seluas 17.769 Ha atau 9,80 % dari luas Kabupaten Lamongan seluruhnya.

4.1.2.5. Klimatologi

Lamongan merupakan iklim tropis yang dapat dibedakan atas 2 (dua) musim, yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember sampai dengan bulan Maret, sedangkan pada bulan-bulan lain curah hujan relatif rendah. Rata-rata curah hujan pada tahun 2004 dari hasil pemantauan 25 stasiun pengamatan hujan tercatat sebanyak 1.255 mm dan hari hujan tercatat 72 hari.

4.1.2.6. Hidrologi

Secara umum ketersediaan air di Kabupaten Lamongan didominasi oleh air permukaan, dimana pada saat musim penghujan dijumpai dalam jumlah yang melimpah hingga mengakibatkan banjir namun sebaliknya saat kemarau sangat jauh berkurang bahkan di sebagian besar wilayah Kabupaten Lamongan sudah tidak dijumpai lagi. Secara umum, Kabupaten Lamongan mempunyai ketinggian yang relatif datar bahkan pada beberapa wilayah banyak dijumpai cekungan – cekungan yang

saat ini berupa rawa. Di beberapa daerah masih terdapat area dengan keadaan genangan yang berlangsung periodik selama setengah bulan sampai dengan tiga bulan pada musim kemarau.

Tabel IV. 8 Lokasi Genangan di Kabupaten Lamongan Berdasarkan Periodik Waktu

| No | Lama Genangan | Kecamatan |
|----|-------------------------------------|--|
| 1 | Tergenang periodik selama 3 bulan | Laren |
| 2 | Tergenang periodik selama 1-2 bulan | Karanggeneg, Kalitengah, Karangbinangun, turi, Deket, Glagah |
| 3 | Tergenang Periodik selama 1 bulan | Sekaran, Babat |
| 4 | Tergenang Periodik selama ½ bulan | Lamongan, Turi, Sukodadi, Pucuk, dan Sekaran |

Sumber : Kabupaten Lamongan Dalam Angka 2013

4.1.2.7. Klasifikasi Kawasan Pertanian Sawah

Belum keseluruhan sawah sektor pertanian di kabupaten lamongan memiliki sistem irigasi, untuk sawah dibedakan kembali berdasarkan sistem irigasi yang di terapkan, yaitu beririgasi teknis, setengah teknis dan sederhana seluas Sawah kurang lebih 45.841 (empat puluh lima ribu delapan ratus empat puluh satu) ha ditetapkan sebagai lahan pertanian pangan berkelanjutan (LP2B) dengan luas 45.841 ha atau 25,29 %. Sawah jenis ini tersebar di Kecamatan Lamongan, Kembangbahu, Tikung, Sarirejo, Sukodadi, Pucuk, Deket, Turi, Karangbinangun, Glagah, Kalitengan, Sugio, Kedungpring, Modo, Karanggeneng, Sekaran, Maduran, Babat, Laren, dan Solokuro. Pada penelitian ini, data irigasi akan digunakan sebagai pembanding pada arahan jumlah irigasi yang seharusnya dibuat, dengan kondisi analisa menganggap belum ada irigasi yang diterapkan.

Tabel IV. 9 Luasan Klasifikasi Kawasan Pertanian di Kabupaten Lamongan

| No | Uraian | Luas (hektar) |
|--------------|----------------------------------|---------------|
| 1 | Sawah beririgasi teknis | 14.730 |
| 2 | Sawah beririgasi setengah teknis | 10.551 |
| 3 | sawah beririgasi sederhana | 20.560 |
| Total | | 45.841 |

Sumber : RTRW Kabupaten Lamongan 2008-2028

4.1.3. Tata Guna Lahan

4.1.3.1. Tata Guna Lahan Eksisting

Penggunaan lahan pada Kabupaten Lamongan terdiri dari penggunaan kawasan lindung dan kawasan budidaya. Kawasan lindung terdiri dari kawasan hutan lindung, kawasan yang memberikan perlindungan terhadap kawasan bawahannya, kawasan perlindungan setempat, kawasan rawan bencana alam, dan kawasan lindung geologi. Sedangkan kawasan budidaya terdiri dari kawasan hutan produksi, kawasan hutan rakyat, kawasan pertanian, kawasan perikanan, kawasan pertambangan, kawasan perindustrian, kawasan pariwisata, dan kawasan pesisir. Ditinjau dari pemanfaatannya, kondisi tata guna tanah Kab. Lamongan Tahun 2015 adalah sebagai berikut.

Tabel IV. 10 Luasan Tata Guna Lahan Eksisting

| No | Landuse | Luas (hektar) | Persentase (%) |
|----------|-------------------|---------------|----------------|
| 1 | Permukiman | 13,030 | 7,19 |
| 2 | Sawah irigasi | 45,841 | 25,29 |
| 3 | Sawah tadah hujan | 33,749 | 18,47 |
| 4 | Perkebunan | 9,919 | 5,47 |
| 5 | Hutan | 33,717 | 18,60 |
| 6 | Hutan rakyat | 7,098 | 3,92 |
| 7 | Tambak | 1,380 | 0,76 |

| | | | |
|-----------|--------------------|-----------|------|
| 8 | Sungai | 8,760 | 4,83 |
| 9 | Waduk | 8,719,5 | 4,81 |
| 10 | Tegalan | 12,138,19 | 6,70 |
| 11 | Pertambangan | 1,200 | 0,66 |
| 12 | Peruntukan Lainnya | 5,997 | 3,31 |

Sumber : RTRW Kabupaten Lamongan 2008-2028

Dari Tabel diatas tergambar bahwa lahan di Kabupaten Lamongan masih didominasi oleh persawahan (43,76 %). Hal ini berarti bahwa pengelolaan SDA dan irigasi di kabupaten ini menjadi faktor yang sangat penting bagi ketahanan pangan di kabupaten ini. Peta Tata guna lahan eksisting dapat dilihat pada Peta IV.1 Tata Guna Lahan Eksisting Kab. Lamongan

4.1.3.2. Pola Ruang

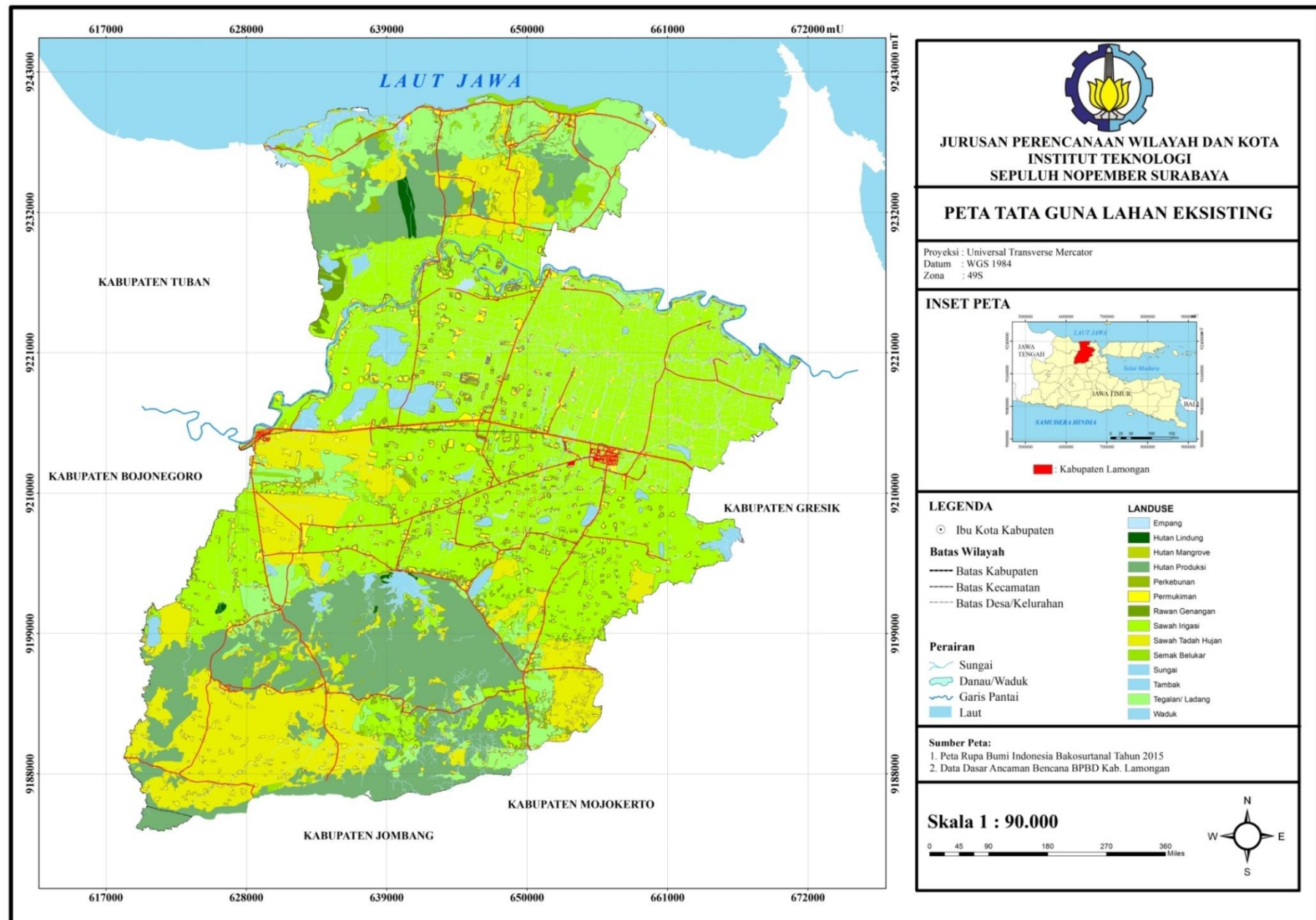
Rencana pola ruang kabupaten lamongan terbagi menjadi 2, yaitu kawasan lindung dan budidaya, luasan dari rencana pola ruang kabupaten sendiri berbeda dengan eksisting tata guna lahan. Dengan jumlah perkembangan luasan yang ada sebagai berikut,

Tabel IV. 11 Luasan Pola Ruang

| No | Landuse | Luas (hektar) | Persentase (%) |
|----------|--------------------------------------|---------------|----------------|
| 1 | Permukiman | 22.268,53 | 13,94 |
| 2 | Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan | 25.281,00 | 13,95 |
| 3 | Sawah Irigasi | 20.560,00 | 11,34 |
| 4 | Sawah Tadah Hujan | 20.357,40 | 11,23 |
| 5 | Perkebunan | 8.927,20 | 4,92 |
| 6 | Hutan | 33.717,30 | 18,60 |
| 7 | Hutan Rakyat | 7.098,10 | 3,92 |
| 8 | Tambak | 1.380,05 | 0,76 |

| | | | |
|-----------|-------------------|-------------------|------------|
| 9 | Sungai | 8.760,00 | 4,83 |
| 10 | Waduk | 8.719,50 | 4,81 |
| 11 | Tegalan/Ladang | 7.928,92 | 4,37 |
| 12 | Industri | 6.085,00 | 3,36 |
| 13 | Pertambangan | 1.200,00 | 0,66 |
| 14 | Peruntukan lainya | 5.997,00 | 3,31 |
| Jumlah | | 181.280,00 | 100 |

Sumber : RTRW Kabupaten Lamongan 2008-2028



Peta IV. 1 Peta Tata Guna Lahan

Sumber: Hasil Digitasi, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.1.3.3. Perbandingan Luasan Kawasan Pertanian Sebenarnya dengan Luasan pada RTRW Kab. Lamongan

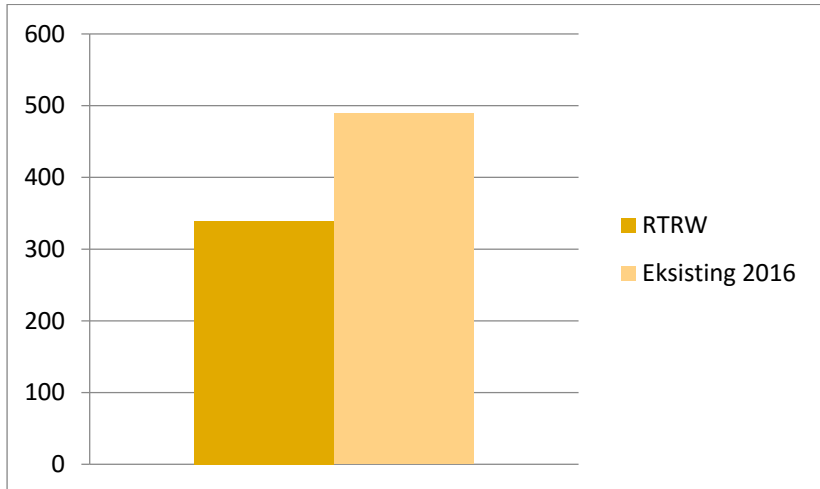
Luasan kawasan pertanian sesungguhnya diperoleh melalui kantor pertanian kabupaten lamongan dalam bentuk *shapefile*. Luas sebenarnya lahan pertanian dengan komponen sawah lahan basah dan kering akan di bandingkan dengan data yang tercantum pada RTRW kabupaten lamongan yang ada. Adapun setelah dilakukan analisa *calculate geometry* di dapatkan luasan sebesar 11094 Ha yang dapat di lihat lebih jelas pada Peta IV.2 Lahan Pertanian Eksisting 2016 Kabupaten Lamongan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Sumber: Hasil Digitasi, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Dengan diketahuinya luasan ekstraksi dari shapefile, maka dilakukan perbandingan dengan luasan yang tercantum pada RTRW Kab. Lamongan. Dapat dilihat pada diagram berikut perbedaan luasan dengan RTRW Kab. Lamongan.



**Gambar IV. 1 Cakupan Perbedaan Lahan Pertanian
Eksisting 2016 dan RTRW Kab. Lamongan**

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Terlihat bahwa terdapat perbedaan yang cukup besar, yang menandakan bahwa keakuratan data pada RTRW Kab. Lamongan perlu dilakukan *updating*. Menurut data eksisting, kabupaten lamongan 74% wilayahnya masih di dominasi oleh lahan pertanian.

4.1.3.4. Kerugian Pertanian Akibat Kekeringan

Beberapa kecamatan pada kabupaten lamongan sering kali mengalami kerugian yang bervariasi dan cukup besar nominalnya di akibatkan oleh bencana alam, khususnya kekeringan. Pada tahun 2015 terdapat 18 kecamatan dari 25

kecamatan yang mengalami kerugian gagal panen pada lahan pertaniannya di akibatkan oleh kekeringan yang melanda pada tahun tersebut. Pada 14 kecamatan tersebut terdapat beberapa kecamatan yang tergolong mengalami rugi tinggi akibat kekeringan. Adapun perhitungan kerugian pertanian ini berdasarkan data dinas pertanian kabupaten lamongan, rekapitulasi kerusakan tanaman akibat kekeringan kabupaten lamongan hingga akhir tahun 2015. Kerugian pertanian di golongan dalam Puso oleh dinas pertanian, dengan nilai kerugian per puso adalah Rp. 3.500.000,00-. Adapun hasil rangkuman kerugian yang telah di analisa berdasarkan kecamatan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel IV. 12 Kerugian Pertanian Akibat Kekeringan

| No | Kecamatan | Puso | Kerugian (Rp) |
|--------|----------------|---------|---------------|
| 1 | Kedungpring | 339 | 1186500000 |
| 2 | Modo | 145 | 507500000 |
| 3 | Solokuro | 380 | 1330000000 |
| 4 | Bluluk | 366 | 1281000000 |
| 5 | Tikung | 394 | 1379000000 |
| 6 | Turi | 986 | 3451000000 |
| 7 | Brondong | 55 | 192500000 |
| 8 | Sarirejo | 200 | 700000000 |
| 9 | Kembangbahu | 359 | 1256500000 |
| 10 | Lamongan | 10,5 | 36750000 |
| 11 | Paciran | 106,46 | 372610000 |
| 12 | Karanggeneng | 30 | 105000000 |
| 13 | Karangbinangun | 899 | 3146500000 |
| 14 | Sugio | 316 | 1106000000 |
| Jumlah | | 4585.96 | 16050860000 |

Sumber : RTRW Kabupaten Lamongan 2008-2028

Terlihat pada tabel hasil analisa tersebut, terdapat beberapa kecamatan yang tergolong dalam rugi tinggi dan sangat tinggi, dimana rugi tinggi terklasifikasi pada daerah dengan kerugian di atas 1 milyar dan sangat tinggi dengan kerugian di atas 2 milyar, klasifikasi tersebut di dasarkan pada klasifikasi kerugian pertanian, dinas pertanian, rekapitulasi kerugian akibat bencana alam 2015. Adapun kecamatan dengan kerugian tergolong sangat tinggi adalah Karangbinangun dan Turi. Wilayah dengan kerugian tinggi ini akan digunakan sebagai wilayah untuk memvisualisasikan skenario pengairan irigasi .

4.1.4. Kondisi Kekeringan di Kabupaten Lamongan

Kabupaten lamongan tergolong dalam daerah dengan tingkat kekeringan yang tinggi pada jawa timur, dimana kawasan ini juga sering terlanda kerugian akibat kekeringan khususnya pada lahan pertanian. Satu hal penyebabnya adalah belum adanya pengairan yang memadai menyesuaikan tingkat kekeringan yang ada dan faktor lainnya.



Gambar IV. 2 Kondisi Kekeringan Kabupaten Lamongan

Sumber: Survei Primer, 2017

Berdasarkan foto eksisting di atas, terlihat bahwa kawasan pertanian di kabupaten lamongan ketika mengalami kekeringan akan terlihat sangat kering tanpa ada kelembapan

sedikitpun. Terlihat pula bahwa pada gambar sebelah kanan, dimana air sawah keseluruhan surut kering dan menyebabkan tanah tidak dapat ditanami padi dan lain – lain. Begitu pula pada gambar sebelah kiri. Dapat diidentifikasi juga melalui gambar tersebut bahwa tidak terlihatnya aliran atau saluran irigasi untuk mengaliri air guna menjaga kelembapan pada kawasan pertanian kabupaten lamongan. Hal ini juga menjadi salah satu faktor penyebab, kenapa kawasan pertanian kabupaten lamongan terlihat sangat kering dan gersang tanpa adanya tanaman padi dan lainnya.

Selain itu, lamongan termasuk wilayah dengan kondisi penyimpangan iklim. Dimana Penyimpangan iklim, menyebabkan produksi uap air dan awan di sebagian Indonesia bervariasi dari kondisi sangat tinggi ke rendah atau sebaliknya. Ini semua menyebabkan penyimpangan iklim terhadap kondisi normalnya. Jumlah uap air dan awan yang rendah akan berpengaruh terhadap curah hujan, apabila curah hujan dan intensitas hujan rendah akan menyebabkan kekeringan.

Pada kabupaten lamongan, juga terjadi gangguan keseimbangan hidrologis. Gangguan keseimbangan hidrologis pada kabupaten lamongan seperti: 1) terjadinya degradasi Daerah Aliran Sungai (DAS) terutama bagian hulu mengalami alih fungsi lahan dari bervegetasi menjadi non vegetasi yang menyebabkan terganggunya sistem peresapan air tanah; 2) kerusakan hidrologis daerah tangkapan air bagian hulu menyebabkan waduk dan saluran irigasi terisi sedimen, sehingga kapasitas tampung air menurun tajam yang memicu kekeringan.

Dengan kondisi faktual kekeringan seperti pada gambar tersebut, menyebabkan lahan pertanian kawasan pertanian kabupaten lamongan sulit untuk ditanami ketika kekeringan melanda. Berdasarkan dinas pertanian kabupaten lamongan, ketika kekeringan terjadi, maka akan berlangsung cukup lama hingga 2 – 3 bulan, bahkan bisa lebih dari itu yang menjadi kemarau panjang sehingga menyebabkan kerugian hingga ber puso – puso.

4.1.5. Kondisi curah hujan

Kondisi curah hujan pada Kabupaten Lamongan berbeda – beda setiap bulannya. Kondisi curah hujan yang ada dapat dijadikan pertimbangan dalam memilih waktu pengambilan data sekunder Landsat – 8 OLI untuk proses identifikasi kekeringan. Dengan asumsi semakin kecil curah hujan semakin mudah terjadinya kekeringan. Adapun data curah hujan berdasarkan data klimatologi BPS Kabupaten Lamongan januari 2016 – april 2017 sebagai berikut,

Tabel IV. 13 Data Curah Hujan 2016 - 2017

| Tahun | Keterangan Bulan | Avg. Temperature (°C) | Min. Temperature (°C) | Max Temperature (°C) | Curah Hujan (mm) |
|-------|------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|------------------|
| 2016 | Januari | 26.8 | 22.5 | 31.1 | 380 |
| | Februari | 26.9 | 22.5 | 31.3 | 330 |
| | Maret | 27.2 | 22.8 | 31.6 | 396 |
| | April | 27.1 | 22.8 | 31.5 | 291 |
| | Mei | 26.9 | 22.6 | 31.2 | 227 |
| | Juni | 26.1 | 21.4 | 30.8 | 134 |
| | Juli | 25.3 | 20.3 | 30.3 | 80 |
| | Agustus | 25.5 | 20.5 | 30.5 | 85 |
| | September | 26 | 21.1 | 31 | 117 |
| | Oktober | 26.6 | 21.8 | 31.4 | 310 |
| | Nopember | 26.9 | 22.6 | 31.2 | 398 |
| | Desember | 26.7 | 22.6 | 31 | 420 |
| 2017 | Januari | 26.1 | 23.4 | 30.5 | 335 |
| | Februari | 25.8 | 21.9 | 31.8 | 354 |
| | Maret | 24.3 | 19.7 | 32.1 | 59 |
| | April | 25.2 | 20.8 | 30.8 | 256 |

Sumber : BPS Kabupaten Lamongan 2016 – 2017

Terlihat bahwa pada bulan Maret 2017 merupakan waktu dimana curah hujan berada pada titik paling rendah dibandingkan bulan – bulan lainnya. Nilai curah hujan pada bulan maret 2017

adalah 59 mm. Dimana berdasarkan data tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan waktu pengambilan data citra satelit landsat – 8 OLI pada maret 2017 untuk mendapatkan kondisi kekeringan optimal.

4.1.6. Sumber air dan jaringan irigasi eksisting

Sumber air pada penelitian ini adalah termasuk mata air, waduk dan daerah aliran sungai (DAS). Mata air pada kabupaten lamongan berjumlah sekitar 60 mata air yang berjenis sumur dan mata air alami. Mata air tersebar pada beberapa kecamatan antara lain, Lamongan, Sukodadi, Paciran, Solokuro, Brondong, KembangBahu, Mantup, Ngimbang, Sambeng, Babat, Kedungpring, Modo dan Bluluk. Berikut adalah sajian tabel data mata air yang ada.

Tabel IV. 14 Daftar Sumber Mata Air

| NO | NAMA SUMBER/MATA AIR | LOKASI | | DEBIT | |
|----|----------------------------|------------|----------|---------|---------|
| | | DESA | KEC. | MAX | MIN |
| | | | | (lt/dt) | (lt/dt) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Sumur Jetis | Jetis | Lamongan | - | 7 |
| 2 | Sumur Kemlaten | Jetis | Lamongan | - | 4 |
| 3 | Sumur Pompa Air PU | - | Lamongan | 4 | 2 |
| 4 | Sumur Kalibumbung | Jetis | Lamongan | - | 2 |
| 5 | Sumur Demangan | Sidoharjo | Lamongan | - | 2 |
| 6 | Sumur Plosowahyu | Plosowahyu | Lamongan | - | 4 |
| 7 | Sumur Made | Made | Lamongan | - | 8 |
| 8 | Sumur Keduwul | Menongo | Sukodadi | 10 | 5 |

| | | | | | |
|----|---------------|---------------|-------------|-----|----|
| 9 | Sumur Ngelo | Menongo | Sukodadi | 8 | 4 |
| 10 | Sumur Menongo | Menongo | Sukodadi | 5 | 3 |
| 11 | Sendangagung | Sendangagung | Paciran | 35 | 12 |
| 12 | Sumurgayam | Sumurgayam | Paciran | 21 | 5 |
| 13 | Kranji | Kranji | Paciran | 20 | 8 |
| 14 | Sendangduwur | Sendangduwur | Paciran | 35 | 12 |
| 15 | Ngulan | Tebluru | Solokuro | 97 | 34 |
| 16 | Bluru | Tebluru | Solokuro | 34 | 12 |
| 17 | Sendangkeben | Tlemang | Solokuro | 68 | 25 |
| 18 | Tenggulun | Tenggulun | Solokuro | 90 | 32 |
| 19 | Solokuro | Solokuro | Solokuro | 9 | 3 |
| 20 | Takerharjo | Takerharjo | Solokuro | 180 | 42 |
| 21 | Dagan | Dagan | Solokuro | 25 | 10 |
| 22 | Sugihan | Sugihan | Solokuro | 53 | 15 |
| 23 | Sumberagung | Sumberagung | Brondong | 18 | 11 |
| 24 | Tlogoretno | Tlogoretno | Brondong | 14 | 7 |
| 25 | Moronyamplung | Moronyamplung | Kembangbahu | 35 | 15 |
| 26 | Dumpi | Dumpiagung | Kembangbahu | 36 | 20 |
| 27 | Mantup I | Mantup | Mantup | 20 | 12 |
| 28 | Mantup II | Mantup | Mantup | 32 | 22 |
| 29 | Sukobendu I | Sukobendu | Mantup | 18 | 13 |
| 30 | Sukobendu II | Sukobendu | Mantup | 38 | 23 |
| 31 | Sumberbendo | Sumberbendo | Mantup | 27 | 16 |
| 32 | Tunggun | Tunggunjagir | Mantup | 80 | 50 |

| | | | | | |
|----|---------------|----------------|-----------------|-----|----|
| 33 | Sendanggede | Ngimbang | Ngimbang | 63 | 20 |
| 34 | Sendanggajah | Ngimbang | Ngimbang | 15 | 10 |
| 35 | Sendangdukuh | Ngimbang | Ngimbang | 5 | 3 |
| 36 | Drujugurit | Drujugurit | Ngimbang | 9 | 3 |
| 37 | Slaharwotan | Slaharwotan | Ngimbang | 68 | 37 |
| 38 | Kakat | Kakatpenjalin | Ngimbang | 75 | 40 |
| 39 | Cerme | Cerme | Ngimbang | 30 | 6 |
| 40 | Sendang | Sendangrejo | Ngimbang | 50 | 29 |
| 41 | Girik | Girik | Ngimbang | 100 | 65 |
| 42 | Tlemang | Tlemang | Ngimbang | 80 | 50 |
| 43 | Ardirejo | Ardirejo | Sambeng | 23 | 13 |
| 44 | Nogojatisari | Nogojatisari | Sambeng | 45 | 28 |
| 45 | Pasarlegi | Pasarlegi | Sambeng | 66 | 36 |
| 46 | Pataan | Pataan | Sambeng | 89 | 57 |
| 47 | Sumbersari | Sumbersari | Sambeng | 27 | 19 |
| 48 | Garung | Garung | Sambeng | 18 | 9 |
| 49 | Pucakwangi | Pucakwangi | Babat | 40 | 20 |
| 50 | Dradah | Dradahblumbang | Kedungpri ng | 72 | 25 |
| 51 | Sendanglinggo | Mlati | Kedungpri ng | 21 | 15 |
| 52 | Blumbang | Dradahblumbang | Kedungpri ng | 5 | 3 |
| 53 | Tengger | Tenggerejo | Kedungpri ng | 2 | 1 |
| 54 | Mojo | Mojorejo | Modo | 35 | 15 |
| 55 | Jimus | Pule | Modo | 30 | 16 |

| | | | | | |
|----|--------------|-----------|--------|----|----|
| 56 | Pule | Pule | Modo | 35 | 16 |
| 57 | Yungyang | Yungyang | Modo | 22 | 13 |
| 58 | Sendangpurwo | Bluluk | Bluluk | 50 | 30 |
| 59 | Cangkring | Cangkring | Bluluk | 45 | 23 |
| 60 | Bronjong | Bronjong | Bluluk | 40 | 10 |

Sumber : PU Pengairan Kabupaten Lamongan 2016

Untuk waduk pada kabupaten lamungan terdapat pada beberapa UPT dengan jumlah 34 waduk antara lain, UPT Deket, UPT Sumlaran, UPT Kedung Pring, UPT Pucuk, UPT Laren, dan UPT Karang geneng. Dimana terkait kapasitas, nama, dan lokasi kecamatan akan dijelaskan pada tabel berikut.

Tabel IV. 15 Daftar Waduk Kabupaten Lamongan

| NO. | NAMA WADUK | LOKASI | KAPASITAS |
|-----|---------------|----------|------------|
| | | (KEC.) | (M3) |
| | | | |
| | UPT DEKET | | |
| 1 | Wd. Mojomanis | Kb.bahu | 262,756 |
| 2 | Wd. Lopang | Kb.bahu | 241,145 |
| 3 | Wd. Rancang | Lamongan | 817,142 |
| 4 | Wd. Joto | Tikung | 1,000,000 |
| 5 | Wd. Takeran | Tikung | 490,181 |
| 6 | Wd. Dukuh | Tikung | 74,945 |
| 7 | Wd. Dermo | Sarirejo | 43,230 |
| 8 | Wd. Delikguno | Tikung | 419,688 |
| 9 | Wd. Tuwiri | Tikung | 416,892 |
| 10 | Wd. Canggih | Sarirejo | 425,040 |
| 11 | Wd. Rande | Deket | 444,196 |
| | | | |
| | UPT SUMLARAN | | |
| 12 | Wd. Gondang | Sugio | 23,712,500 |

| | | | |
|-----------|----------------------|------------|-----------|
| 13 | Wd. German | Sugio | 1,237,500 |
| 14 | Wd. Kedungdowo | Kb.bahu | 116,250 |
| 15 | Wd. Lembeyan | Kb.bahu | 50,400 |
| 16 | Wd. Gempol | Kb.bahu | 2,050,000 |
| 17 | Wd. Bl.ganggang | Sukodadi | 1,518,750 |
| | | | |
| | UPT KD.PRING | | |
| 18 | Wd. Bowo | Modo | 1,685,552 |
| 19 | Wd. Prijetan | Kd.pring | 9,000,000 |
| 20 | Wd. Caling | Sugio | 1,157,088 |
| 21 | Wd. Karangasem | Sugio | 140,000 |
| 22 | Wd. Kalen | Kd.pring | 600,000 |
| 23 | Wd. Sentir | Kd.pring | 1,250,000 |
| | | | |
| | UPT PUCUK | | |
| 24 | Wd. Kuripan | Babat | 80,000 |
| 25 | Wd. Pading | Pucuk | 205,900 |
| 26 | Wd. Meduran | Maduran | 155,800 |
| | | | |
| | UPT LAREN | | |
| 27 | Wd. Makamsantri | Laren | 609,000 |
| 28 | Wd. Jajong | Laren | 951,600 |
| 29 | Wd. Sumurgung | Laren | 465,300 |
| 30 | Wd. Paprit | Laren | 278,400 |
| | | | |
| | UPT KR.GENENG | | |
| 31 | Wd. Sekaran | Sekaran | 7,367,000 |
| 32 | Wd. Sepanji | Maduran | - |
| 33 | Wd. Legoh | Kr.geneng | 350,900 |
| 34 | Wd. Palangan | Kalitengah | 615,250 |

Sumber : PU Pengairan Kabupaten Lamongan 2016

Untuk daerah aliran sungai, DAS pada kabupaten lamongan terdapat beberapa macam, yang paling luas dan besar adalah sungai bengawan solo yang juga melewati kawasan tengah kabupaten lamongan. Bengawan solo ini merupakan sumber air utama selain waduk pada pengairan irigasi di kecamatan pada bagian tengah kabupaten lamongan. Adapun list DAS pada kabupaten lamongan dan kali nya adalah sebagai berikut dalam bentuk tabel.

Tabel IV. 16 Daftar Kali dan DAS

| No | Nama Kali | Lokasi Kecamatan yang dilalui aliran kali | Panjang (m) | Lebar (m) |
|----|----------------------|---|-------------|-----------|
| 1 | Kali Bengawan Solo | Babat, Sekaran, Maduran, | 68.00 | 200 |
| | | Karanggeneng, Kalitengah, | | |
| | | Kr.binangun, Glagah, Laren | | |
| 2 | Flood Way | Laren, Brondong | 13.00 | 100 |
| 3 | Kali Blawi | Kalitengah, Turi, | 27.00 | 40 |
| | | Karangbinangun, Glagah | | |
| 4 | Kali Corong | Glagah | 7.00 | 50 |
| 5 | Kali Malang | Glagah | 9.00 | 25 |
| 6 | Kali Keputran/Dinoyo | Deket-Glagah | 7.00 | 20 |
| 7 | Kali Deket | Deket-Karangbinangun | 7.00 | 25 |
| 8 | Kali Pengaron | Tikung, Lamongan, Deket | 12.50 | 30 |
| 9 | Kali Dapur | Lamongan, Deket, | 12.50 | 30 |
| | | Karangbinangun | | |
| 10 | Kali Kenceng | Lamongan, Turi | 7.00 | 6 |

| No | Nama Kali | Lokasi Kecamatan yang dilalui aliran kali | Panjang (m) | Lebar (m) |
|----|--------------------------|---|-------------|-----------|
| 11 | Kali Mengkuli | Kb.bahu, Lamongan, Turi | 23.00 | 25 |
| 12 | Kali Plalangan | Kembangbahu, Sukodadi, Lamongan | 16.50 | 33 |
| 13 | Kali Ulo | Lamongan, Turi | 7.00 | 6 |
| 14 | Kali Wiyu | Lamongan, Turi | 7.00 | 8 |
| 15 | Kali Gondang | Sugio, Sukodadi, Turi | 22.40 | 40 |
| 16 | Kali Kruwul I | Turi | 6.60 | 20 |
| 17 | Kali Kruwul II | Turi | 6.80 | 20 |
| 18 | Kali Singosari | Sukodadi, Karanggeneng Kalitengan | 7.00 | 12 |
| 19 | Kali Putatsapi | Karangbinangun | 6.00 | 8 |
| 20 | Kali Magok | Karangbinangun | 8.00 | 10 |
| 21 | Kali Patih | Babat, Sekaran, Maduran, Karanggeneng, Kalitengah | 33.00 | 8 |
| 22 | Kali Bulu | Pucuk, Sekaran | 12.00 | 15 |
| 23 | Kali Sogo/Konang | Babat | 7.00 | 8 |
| 24 | Kali Keyongan/Moropelang | Kedungpring, Sugio, Babat | 13.00 | 15 |
| 25 | Kali Gembong | Babat | 7.00 | 8 |
| 26 | Kali Plaosan | Babat | 5.00 | 8 |
| 27 | Kali Prijetan | Kedungpring-Modo | 25.00 | 15 |
| 28 | Kali Lamong | Ngimbang, Sambeng, Mantup | 32.00 | 25 |

| No | Nama Kali | Lokasi Kecamatan yang dilalui aliran kali | Panjang (m) | Lebar (m) |
|----|-------------------|---|-------------|-----------|
| 29 | Kali Semar Mendem | Bluluk-Modo/Bojonegoro | 15.00 | 25 |
| 30 | Kali Cawak | Modo, Sukorame/Bojonegoro | 15.00 | 20 |
| 31 | Kali Jabung | Laren | 10.00 | 10 |
| 32 | Kali Ombo | Laren | 4.00 | 6 |
| 33 | Kali Sabrangan | Laren | 5.00 | 8 |
| 34 | Kali Kenong | Laren | 6.00 | 10 |
| 35 | Kali Dadapan | Laren | 9.00 | 8 |
| 36 | Kali Lohgung | Brondong | 5.00 | 10 |
| 37 | Kali Asinan | Brondong-Paciran | 10.00 | 15 |
| 38 | Kali Gayaran | Paciran | 4.00 | 25 |
| 39 | Kali Bodo Urung | Paciran | 5.00 | 15 |
| 40 | Kali Suwuk | Paciran | 5.50 | 15 |
| 41 | Kali Sidowayah | Kembangbahu, Sukodadi, | 14.00 | 10 |
| | | Lamongan | | |
| 42 | Kali Gendong | Kedungpring-Babat | 5.00 | 8 |

Sumber : PU Pengairan Kabupaten Lamongan 2016

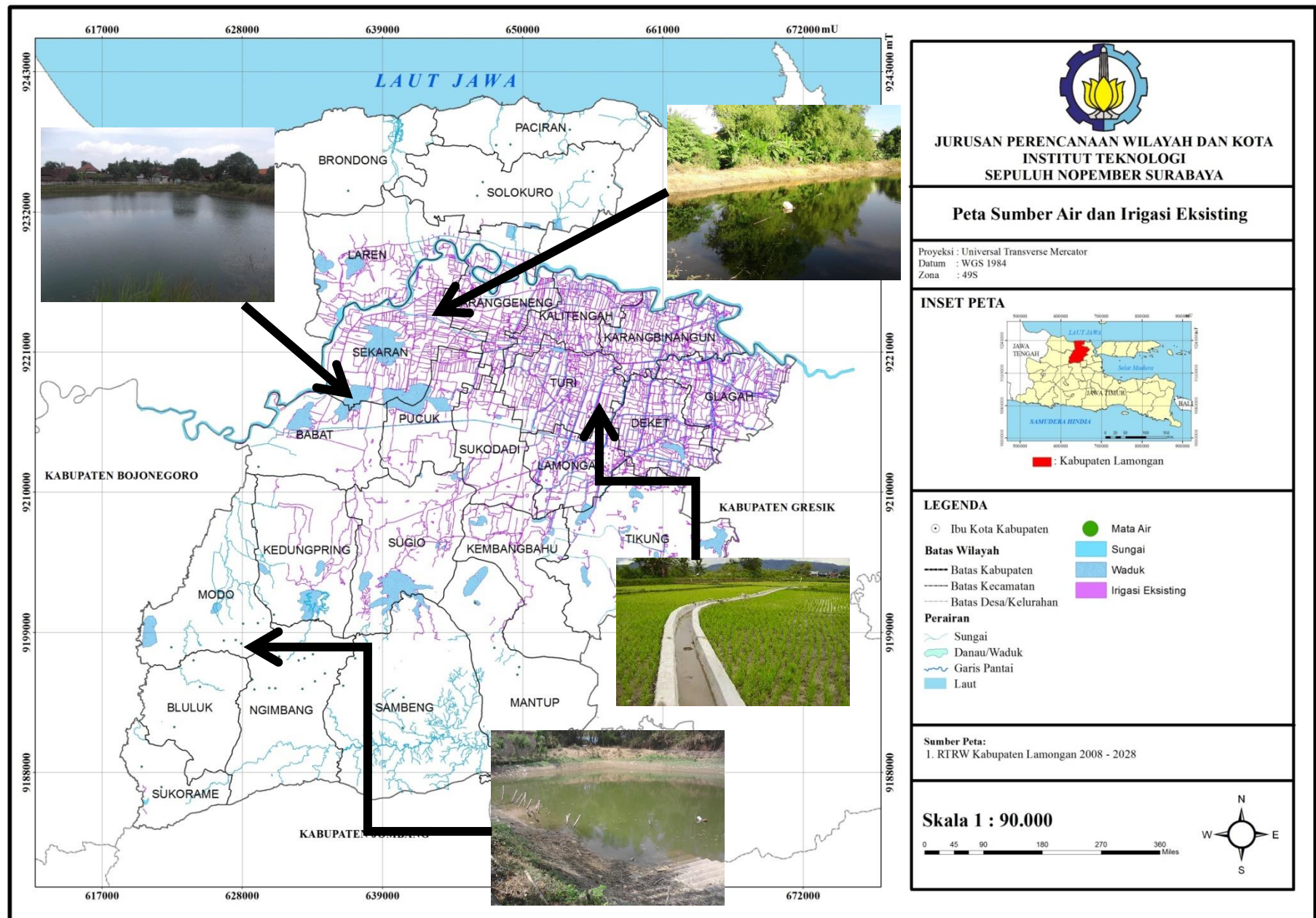
Untuk Jaringan irigasi yang digunakan pada analisis adalah irigasi teknis yang terlihat pada citra. Irigasi teknis yang telah digitasi pada citra sudah sesuai dengan jumlah pada yang disediakan di RTRW Kabupaten Lamongan. Belum keseluruhan sawah sektor pertanian di kabupaten lamongan memiliki sistem irigasi, untuk sawah dibedakan kembali berdasarkan sistem irigasi yang di terapkan, yaitu Sawah beririgasi teknis, setengah teknis dan sederhana seluas kurang lebih 45.841 (empat puluh lima ribu delapan ratus empat puluh satu) ha Jumlah jaringan irigasi pada kabupaten lamongan seperti pada tabel berikut.

Tabel IV. 17 Jaringan irigasi eksisting Kabupaten Lamongan

| No | Uraian | Luas (hektar) |
|--------------|----------------------------------|------------------|
| 1 | Sawah beririgasi teknis | 14.730 |
| 2 | Sawah beririgasi setengah teknis | 10.551 |
| 3 | sawah beririgasi sederhana | 20.560 |
| Total | | 45.841 |

Sumber : RTRW Kabupaten Lamongan 2008 - 2028

Adapun untuk peta dan kondisi sumber air dan jaringan irigasi eksisting yang ada akan di sediakan pada peta halaman berikutnya pada Peta Sumber Air dan Jaringan Irigasi Eksisting.



Peta IV. 3 Peta Sumber Air dan Jaringan Irigasi Eksisting

Sumber: Hasil Digitasi, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.2. Pembahasan

4.2.1. Batasan Analisa Penelitian

Dalam melakukan analisa pada penelitian ini terdapat beberapa batasan untuk memperjelas tujuan penelitian. Adapun batasan tersebut adalah, lingkup wilayah sebesar kabupaten lamongan, dengan perhitungan resiko hanya melibatkan sumber air seperti sungai dan mata air. Skenario pengairan yang dimaksudkan adalah sebatas berapa jumlah irigasi yang dibutuhkan, serta *water demand* terhadap jumlah irigasi tersebut. Sehingga jumlah irigasi yang dihasilkan merupakan sebuah rekomendasi pengairan dalam mengatasi kekeringan pada wilayah penelitian, meninjau dari sumber air eksisting dan jaringan irigasi yang dibutuhkan pada kawasan pertanian kabupaten lamongan.

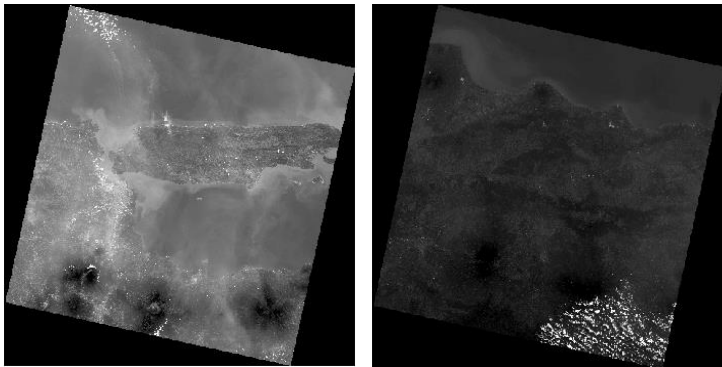
4.2.2. Analisa Tingkat Kekeringan

Pada analisa kekeringan pada penelitian ini akan menggunakan metode TVDI (*Temperature Vegetation Dryness Index*) dimana dapat mengetahui klasifikasi kekeringan yang ada pada kabupaten lamongan berdasarkan analisa citra satelit. Adapun untuk mendapatkan TVDI diperlukan beberapa langkah terlebih dahulu, yaitu analisa Citra Satelit yang akan digunakan dalam mendapatkan data NDVI dan LST sebagai salah dua kriteria pembentukan TVDI. Adapun prosesnya adalah sebagai berikut.

4.2.2.1. Olah Data Citra Landsat 8

Data citra satelit yang digunakan adalah data citra landsat 8, dimana data citra ini diklaim merupakan data citra dengan resolusi yang cukup tinggi dan tidak memerlukan koreksi geometric lagi dikarenakan akurasi yang lebih besar daripada landsat tipe lainnya. Hal tersebut dapat dilihat pada komponen landsat 8 data dengan kode .mtl, dimana pada data .mtl tersebut dapat dilihat validasi nilai citra satelit dan tingkat koreksi geometric yang ada. Data .mtl tersebut diperkaya oleh data – data pada citra satelit secara rinci sehingga dapat memudahkan dalam melakukan analisa menggunakan citra satelit ini. Berdasarkan data curah hujan pada gambaran umum, waktu pengambilan citra adalah maret 2017.

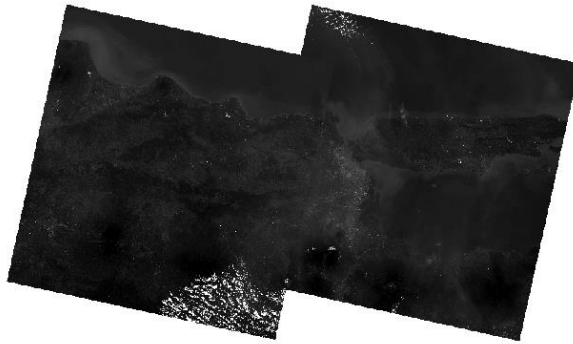
Kabupaten lamongan terbagi dalam 2 grid landsat 8 pada usgs. Sehingga perlu dilakukan mosaic combine terhadap 2 bagian citra satelit tersebut. Kabupaten lamongan terbagi dalam grid 118x065 dan 119x065 sebagai berikut.



Gambar I.V 3 Citra Satelit Landsat 8, (1) 118x065, (2) 119x065

Sumber: USGS, 2017

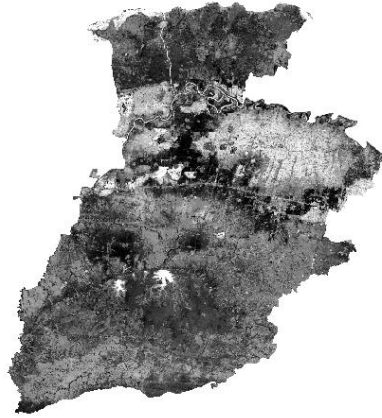
Adapun kedua citra satelit tersebut disatukan dengan teknik Mosaic terhadap kedua citra tersebut sehingga dapat menjadi 1 bagian citra, serta menghilangkan bagian hitam berupa NoData pada landsat dengan *tools Copy Raster* mengubah NoData Value menjadi 0. Langkah tersebut dilakukan terhadap semua band yang ada.



Gambar IV. 4 Mosaic Citra Satelit Landsat 8

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Setelah hal tersebut dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pemotongan citra sesuai dengan bentuk wilayah kabupaten lamongan. Dimana tools yang digunakan adalah *Extract by Mask* guna memotong citra landsat sesuai data batas wilayah kabupaten lamongan. Hasil sebagai berikut. (Langkah dilakukan terhadap semua band).



Gambar IV. 5 Citra Satelit Landsat 8 Extracted Kab. Lamongan

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Hasil dari pengolahan citra satelit tersebut akan digunakan sebagai bahan pembentukan NDVI, LST dan *Temperature Vegetation Dryness Index*.

4.2.2.2. Pembentukan NDVI

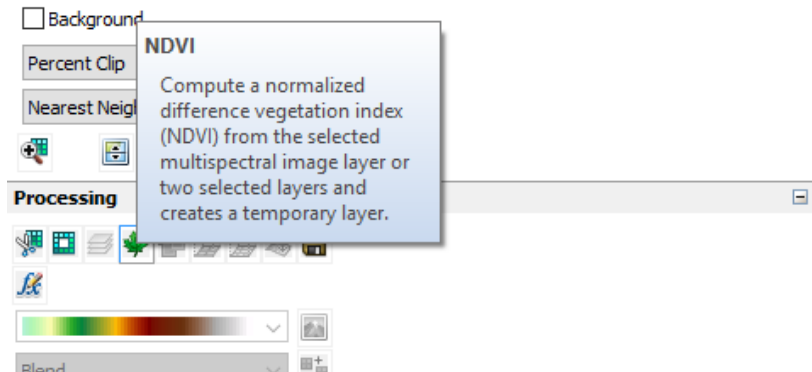
Indeks vegetasi atau NDVI adalah indeks yang menggambarkan tingkat kehijauan suatu tanaman. Indeks vegetasi merupakan kombinasi matematis antara band merah dan band NIR (*Near-Infrared Radiation*) yang telah lama digunakan sebagai indikator keberadaan dan kondisi vegetasi (Lillesand dan Kiefer 1997). Konsep pola spektral di dasarkan oleh prinsip ini menggunakan hanya citra band merah adalah sebagai berikut :

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red})$$

Dimana untuk Landsat 8, formula yang digunakan berdasarkan USGS *Landsat Spectral Indices Product Guide* adalah

$$\text{NDVI} = (\text{Band 5} - \text{Band 4}) / (\text{Band 5} + \text{Band 4})$$

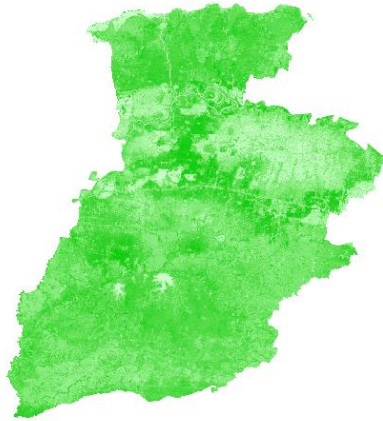
Transformasi NDVI menggunakan Band 5 dan Band 4 dilakukan dengan windows *image analysys*, dimana pada teknik ini dilakukan composite band 5 dan 4, lalu digunakan fitur processing NDVI untuk menghasilkan peta NDVI yang di butuhkan.



Gambar IV. 6 *Image Analysys* NDVI

Sumber: Hasil Analisis, 2017

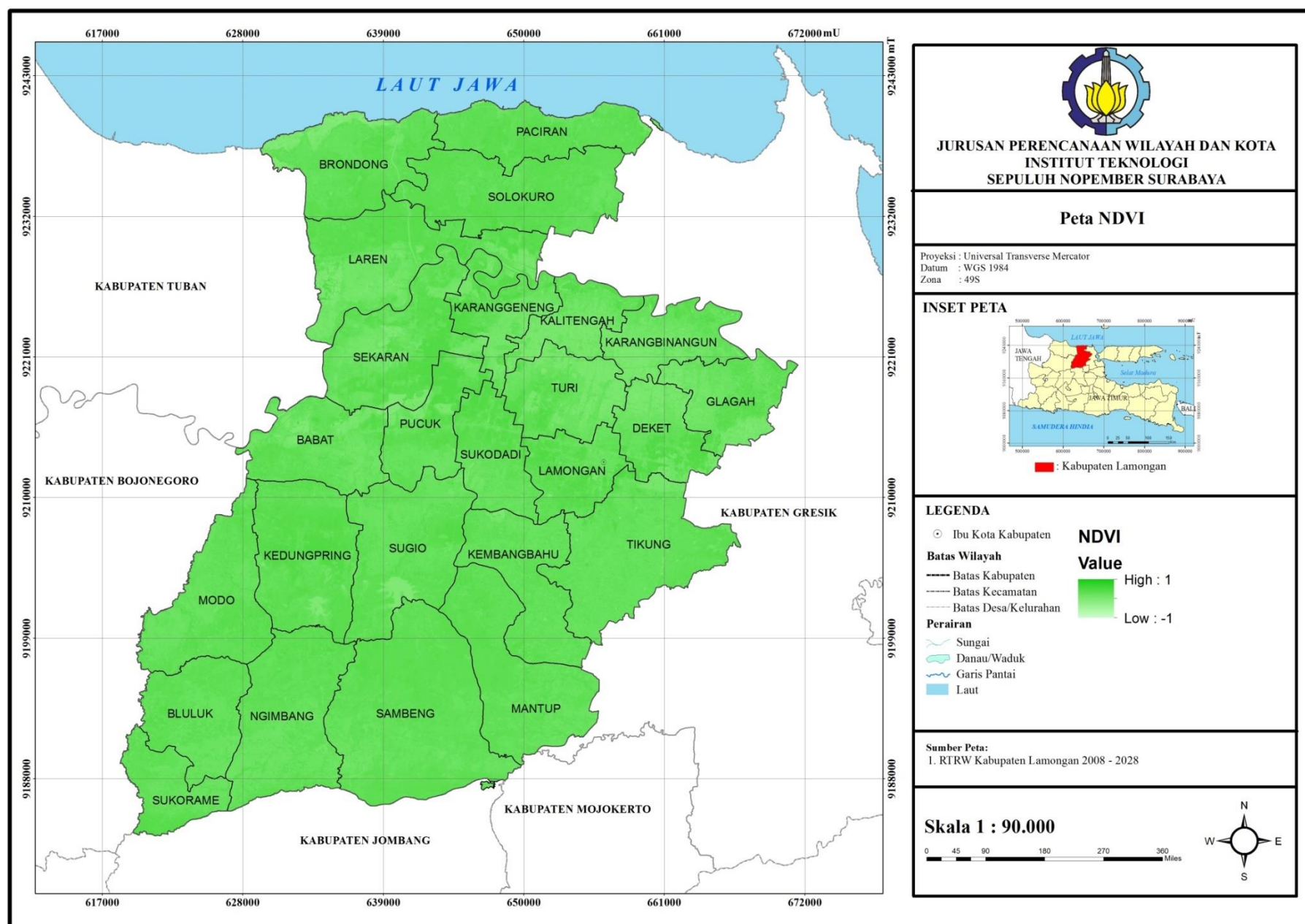
Adapun hasil dari kalkulasi NDVI sebagai berikut.



Gambar IV. 7 Transformasi NDVI Kab. Lamongan

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Rasio NDVI yang di hasilkan adalah -0.186 hingga 0.552. Nilai NDVI berkisar dari -1 (yang biasanya air) sampai +1 (vegetasi lebat). Dapat terlihat bahwa kabupaten lamongan di dominasi kerapatan sedang atau tergolong dalam savanna hingga perkebunan/pertanian dengan nilai maksimum 0.552. Nilai di atas 0.6 mengindikasikan wilayah hutan tropis. Lebih jelas dapat dilihat pada Peta IV.4 NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)



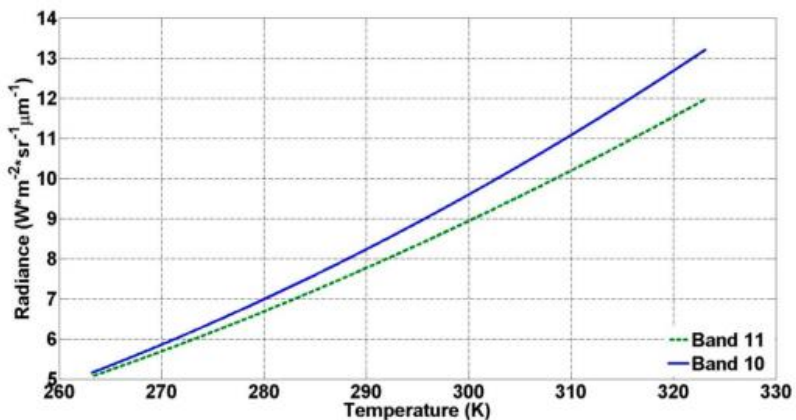
Peta IV. 4 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

Sumber: Hasil Digitasi, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.2.2.3. Pembentukan LST

Land Surface Temperature merupakan transformasi citra satelit untuk mengetahui panas permukaan bumi pada suatu wilayah. Kalkulasi LST di ikuti dengan perhitungan komponen di dalamnya, antara lain adalah *TOA Radiance*, *Satellite Brightness Temperature*, *Proportion Vegetation*, dan *Land Surface Emisivity*. Satu persatu komponen dilakukan perhitungan menggunakan landsat 8, baru dapat dilakukan kalkulasi untuk menciptakan data LST pada kabupaten lamongan. Band yang digunakan adalah Band 10. Dimana pada landsat 8, Band 10 memiliki tingkat akurasi temperature yang lebih besar dari Band 11, sehingga direkomendasikan daripada Band 11.



Gambar IV 8 Hubungan *Radiance* dan *Temperature* antara Band 11 dan Band 10

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Komponen pertama yang perlu di bentuk adalah *TOA Radiance Satellite Brightness Temperature*, yang merupakan Radiasi Spektral dari landsat 8 sebagai bahan awal pembentukan LST, dimana formula nya adalah,

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L$$

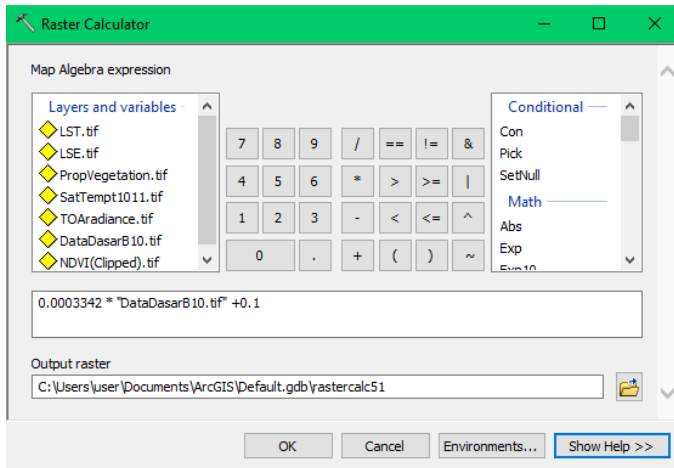
dimana:

- L_{λ} = TOA spectral radiance (Watts/(m² * srad * μ m))
- M_L = Band-specific multiplicative rescaling factor from the metadata (RADIANCE_MULT_BAND_x, where x is the band number)
- A_L = Band-specific additive rescaling factor from the metadata (RADIANCE_ADD_BAND_x, where x is the band number)
- Q_{cal} = Quantized and calibrated standard product pixel values (DN)

Metadata yang dibutuhkan dapat dilihat pada format landsat 8 .MTL yang tersedia pada *package* landsat 8 USGS. Band yang digunakan adalah Q_{cal} = Band 10, maka dari itu yang harus di cari pada format.MTL adalah RADIANCE_MULT_BAND_10 dan RADIANCE_ADD_BAND_10. Sehingga di dapatkan formula pada kabupaten lamongan adalah,

$$L_{\lambda} = 0.0003342 * \text{BAND } 10 + 0.1$$

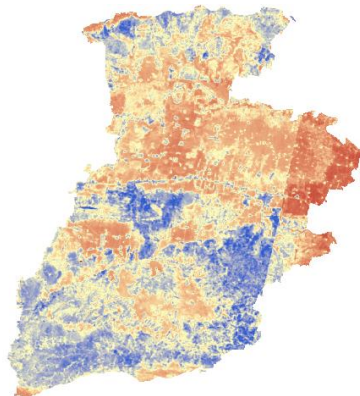
Berdasarkan formula tersebut, maka dilakukan kalkulasi pada *raster calculator* terhadap band 10, untuk menciptakan *TOA Spectral Radiance*.



Gambar IV. 9 Kalkulasi *TOA Spectral Radiance*

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Setelah dilakukan perhitungan *raster calculator* didapatkan hasil pada gambar berikut dengan nilai maksimum *Radiance* sebesar 10 (Warna Merah) dan nilai minimum sebesar 7.9 (Warna Ungu).



Gambar IV. 10 *TOA Spectral Radiance* Kab. Lamongan

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Setelah mendapatkan *TOA Radiance*, maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai *Satelite Brightness Temperature*. Dimana variable ini berfungsi untuk menunjukkan tingkat kecerahan temperature pada suatu kawasan guna menciptakan LST pada kawasan tersebut. *Satelite Brightness Temperature* ini dapat di kalkulasi menggunakan persamaan

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_{\lambda}} + 1\right) - Pt}$$

dimana:

T = *At-satellite brightness temperature (K)*

L_{λ} = *TOA spectral radiance (Watts/(m2 * srad * μ m))*

K_1 = *Band-specific thermal conversion constant from the metadata (K1_CONSTANT_BAND_x, where x is the thermal band number)*

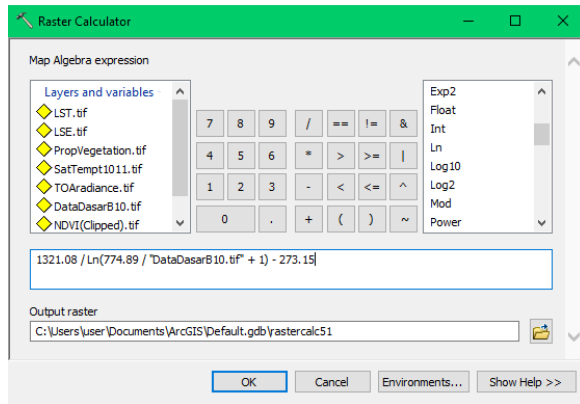
K_2 = *Band-specific thermal conversion constant from the metadata (K2_CONSTANT_BAND_x, where x is the thermal band number)*

Pt = *Parameter Satelite Brightness Index*

Untuk K_1 dan K_2 dapat dilihat pada format landsat .MTL dengan mencari kategori *K1_CONSTANT_BAND_10* dan *K2_CONSTANT_BAND_10*. Nominal Pt telah di tentukan sebesar 273.15 sebagai parameter tetap dari usgs. Sehingga didapatkan formula transformasi *Satelite Brightness Index* sebagai berikut.

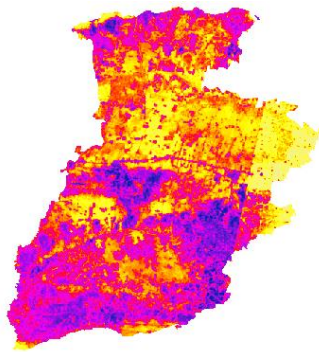
$$T = 1321.08 / \ln(774.89/\text{Band10Radiance} + 1) - 273.15$$

Dengan menggunakan formula tersebut, maka dilakukan analisa raster calculator pada GIS untuk mengetahui nilai *Satelite Brightness Index*.



Gambar IV. 11 Kalkulasi *Satelite Brightness Index*
Sumber: Hasil Analisis, 2017

Setelah dilakukan perhitungan *raster calculator* maka dihasilkan raster seperti gambar berikut, dengan nilai maksimum 29.78 (Biru) dan nilai minimum 14.476 (Kuning).



Gambar IV. 12 *Satelite Brightness Index* Kab. Lamongan
Sumber: Hasil Analisis, 2017

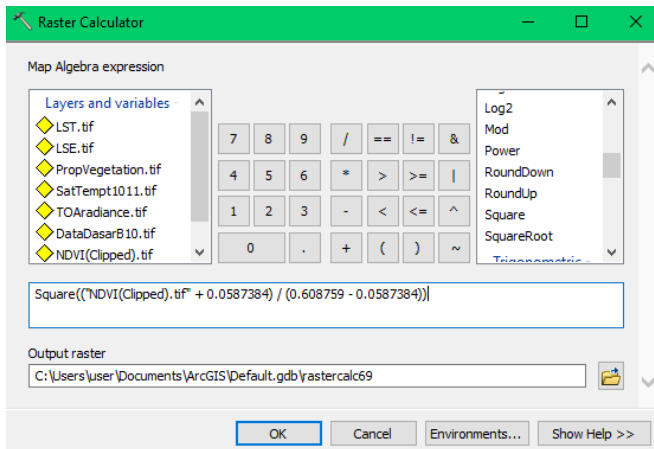
Langkah selanjutnya adalah menghitung *Proportion Vegetation*. Variable ini menunjukkan proporsi vegetasi berdasarkan data NDVI, yang akan digunakan sebagai salah satu variable perhitungan LST. PropVeg dihitung menggunakan rumus,

$$P_v = (NDVI - NDVI_{min} / NDVI_{max} - NDVI_{min})^2$$

Dimana $NDVI_{max}$ adalah nilai tertinggi pada NDVI Kab. Lamongan dan $NDVI_{min}$ adalah nilai terendah pada NDVI Kab. Lamongan. Sehingga didapatkan formula sebagai berikut.

$$\text{Square}((NDVI + 0.0587384) / (0.608759 - 0.0587384))$$

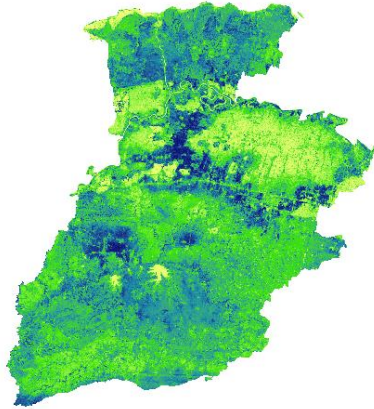
Berdasarkan formula tersebut, maka dilakukan perhitungan dengan *raster calculator* untuk mendapatkan nilai *Proportion of Vegetation*.



Gambar IV. 13 Kalkulasi *Proportion of Vegetation*

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Setelah dilakukan perhitungan *Raster Calculator* maka didapatkan raster Pv seperti gambar berikut.



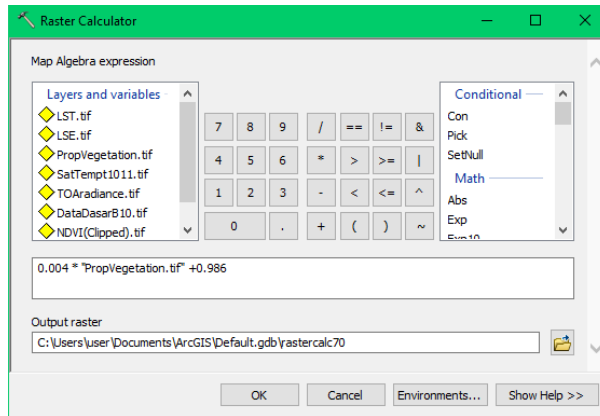
Gambar IV. 14 *Proportion of Vegetation* Kab. Lamongan

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Setelah mengetahui *proportion of vegetation* maka dapat dilakukan perhitungan LSE (*Land Surface Emmisivity*). Dimana LSE ini akan digunakan sebagai bahan perhitungan LST Kab. Lamongan. Adapun formula perhitungan LSE sebagai berikut.

$$LSE = 0.004P_v + 0.986$$

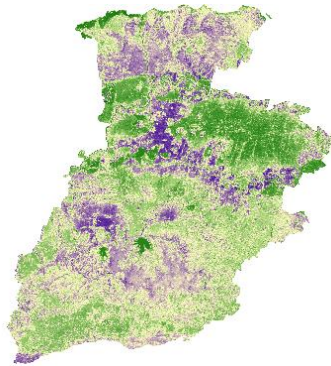
Dimana P_v adalah *Proportion of Vegetation*. Berdasar pada formula tersebut, maka dilakukan kalkulasi pada *raster calculator* pada GIS untuk mendapatkan nilai *emmisivity* pada kab. Lamongan.



Gambar IV. 15 Kalkulasi LSE

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Setelah dilakukan perhitungan *Raster Calculator* maka didapatkan hasil raster LSE seperti gambar berikut.



Gambar IV. 16 LSE Kab. Lamongan

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Langkah terakhir adalah pembentukan LST atau *Land Surface Temperature*. Dimana ekuasi yang digunakan untuk menghitung LST adalah sebagai berikut.

$$LST = BT / 1 + w * (BT / p) * \ln(e)$$

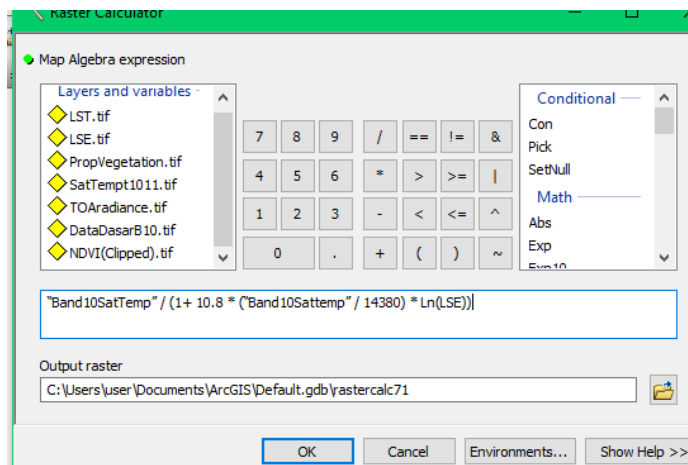
dimana:

BT = *Band Satellite Temperature*
w = *Centre Wavelength of Band x*
p = *14380, Parameter defined*
e = *Emmisivity*

Band Satellite yang digunakan adalah Band 10, sehingga *Centre Wavelength* yang digunakan adalah Band 10 *wavelength* yaitu 10.8. Sedangkan untuk *emmisivity* menggunakan hasil analisa LSE. Dengan begitu didapatkan formula perhitungan LST sebagai berikut.

$$LST = \text{"Band10SatTemp"} / (1 + 10.8 * (\text{"Band10Sattemp"} / 14380) * \ln(LSE))$$

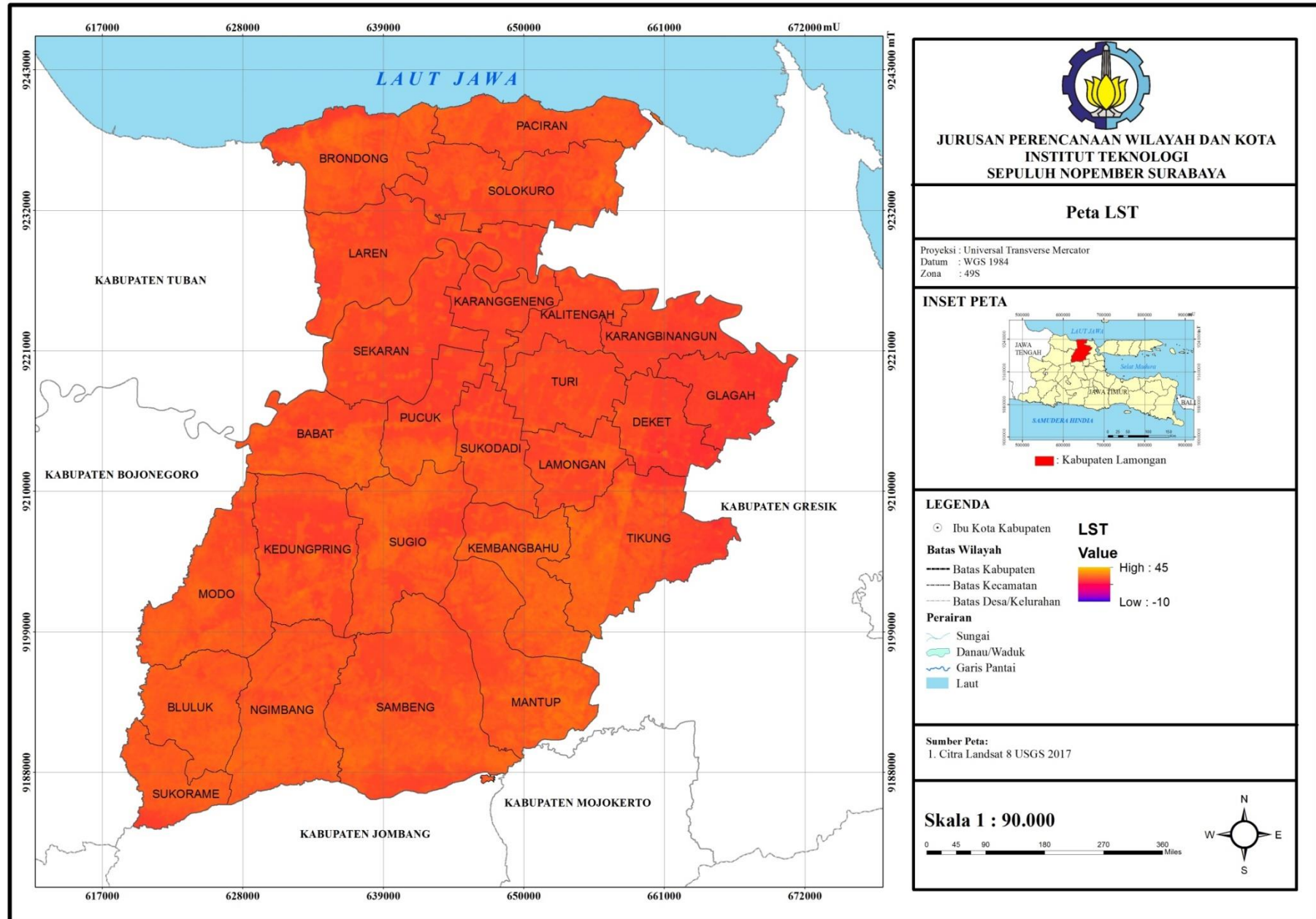
Berdasarkan formula di atas, maka dilakukan perhitungan LST menggunakan *raster calculator* untuk mendapatkan nilai LST pada kab. Lamongan



Gambar IV. 17 Kalkulasi *LST*

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Berdasarkan kalkulasi tersebut, didapatkan hasil *land surface temperature* pada daerah kabupaten lamongan sebagai berikut. Dengan suhu minimum adalah 19 derajat celcius dan suhu permukaan maksimum adalah 34.74 derajat celcius. Lebih jelas dapat dilihat pada Peta IV.5 *LST*.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Gambar IV. 18 LST

Sumber: Hasil Analisis, 2017

4.2.2.4. Analisa TVDI

Dalam melakukan analisa TVDI, diperlukan data NDVI dan LST. Analisa tersebut akan dilakukan dengan analisa segitiga TVDI. Dimana analisa segitiga ini akan membandingkan NDVI dan LST secara garis lurus untuk menghasilkan ekuasi batas bawah dan atas pada segitiga tersebut yang akan di masukkan dalam persamaan TVDI. Persamaan TVDI tersebut adalah sebagai berikut.

$$TVDI = \frac{LST - f(NDVI)min}{f(NDVI)max - f(NDVI)min}$$

Dimana;

LST = Land Surface Temperature dalam pixel / hasil transformasi citra digital

NDVI = Indeks Vegetasi dalam pixel / hasil transformasi citra digital

$f(\text{NDVI})_{\text{max}}$ dan $f(\text{NDVI})_{\text{min}}$ adalah fungsi linear dari indeks vegetasi. Yang di artikan dalam bentuk persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} f(\text{NDVI})_{\text{max}} &: a_{\text{max}} + b_{\text{max}} \times \text{NDVI} \\ f(\text{NDVI})_{\text{min}} &: a_{\text{min}} + b_{\text{min}} \times \text{NDVI} \end{aligned}$$

Dimana;

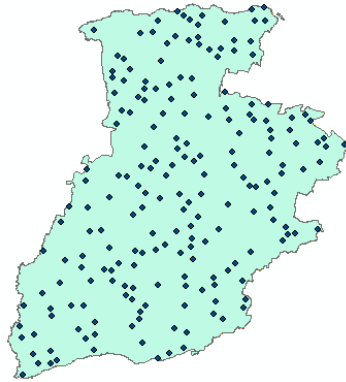
$a_{\text{max}} + b_{\text{max}}$ adalah parameter regresi linear untuk *dry edge* atau batas kering.

$a_{\text{min}} + b_{\text{min}}$ adalah parameter regresi linear untuk *wet edge* atau batas basah.

Untuk mengetahui formasi segitiga antara NDVI dan LST, maka diperlukan sampling titik masing – masing NDVI dan LST. Jumlah sampling ditentukan dengan rumus slovin, yaitu.

$$n = N/N(d)^2 + 1$$

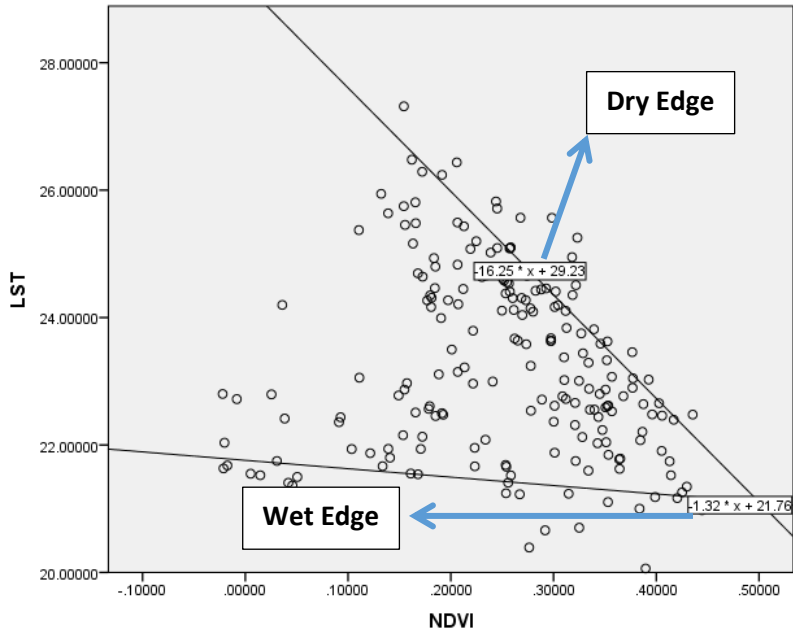
Dimana populas yang digunakan (N) adalah jumlah pixel yang terdapat pada raster kab. lamongan sebesar 3398249. Dengan error sebesar 10% atau 0.1. sehingga didapatkan sampel minimal adalah $199.9882 \approx 200$ titik sample masing – masing pada Hasil Citra LST dan NDVI. Sebaran titik sample di dasarkan pada kawasan pertanian dan kawasan dipastikan pernah mengalami kekeringan. Adapun sebaran titik sampelnya adalah sebagai berikut.



Gambar IV. 19 Sebaran Titik Sample

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Setelah dilakukan sampling pada masing – masing NDVI dan LST, maka dilakukan analisa *Scatterplot* pada SPSS untuk mengetahui batas ambang bawah dan atas pada segitiga hubungan NDVI dan LST. Untuk digunakan dalam pembentukan formula model TVDI pada kawasan kab. Lamongan. Adapun hasil analisa scatterplot adalah sebagai berikut.



Gambar IV. 20 Analisa Scatterplot NDVI dan LST

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Berdasarkan scatterplot hubungan segitiga tersebut, maka di dapatkan nilai $LST_{min} = -32 * x + 21.76$ dan $LST_{max} = 29.23 - 16.25x$. dimana X adalah NDVI. Sehingga didapatkan model kekeringan lahan (TVDI) sebagai berikut.

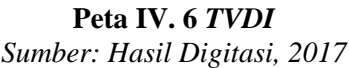
$$TVDI = \frac{LST - (-32 * NDVI + 21.76)}{50.99 - 14.92 * NDVI}$$

Berdasarkan model tersebut, maka dilakukan analisa menggunakan raster calculator untuk menghasilkan peta TVDI kekeringan lahan. Berdasarkan proses raster calculator, maka didapatkan peta TVDI seperti gambar berikut. Lebih jelas dapat dilihat pada Peta IV.6 TVDI.



Gambar IV 21 TVDI
Sumber: Hasil Analisis, 2017

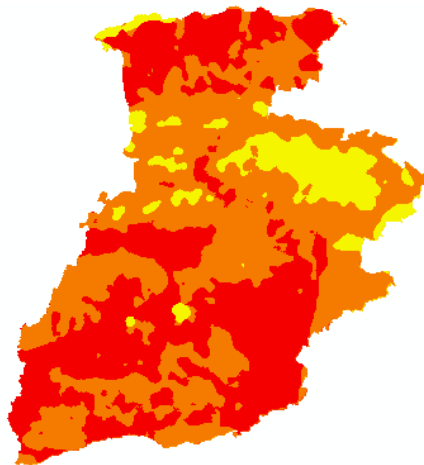
“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Peta IV. 6 TVDI
Sumber: Hasil Digitasi, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Nilai TVDI pada kabupaten lamongan, berkisar antara 0.591 hingga 0.831. dimana berdasarkan tabel klasifikasi TVDI, kabupaten lamongan untuk tingkat kekeringan berkisar antara kategori Normal hingga Sangat Kering. Untuk memperjelas sebaran kekeringan, maka diperlukan proses reklasifikasi. Reklasifikasi dilakukan berdasarkan tabel klasifikasi TVDI yang di anut. Sehingga di dapatkan hasil reclassifikasi sebagai berikut. Lebih jelas dapat dilihat pada Peta IV.7 *Reclassify TVDI*. dan Peta IV.8 *TVDI Pertanian*.

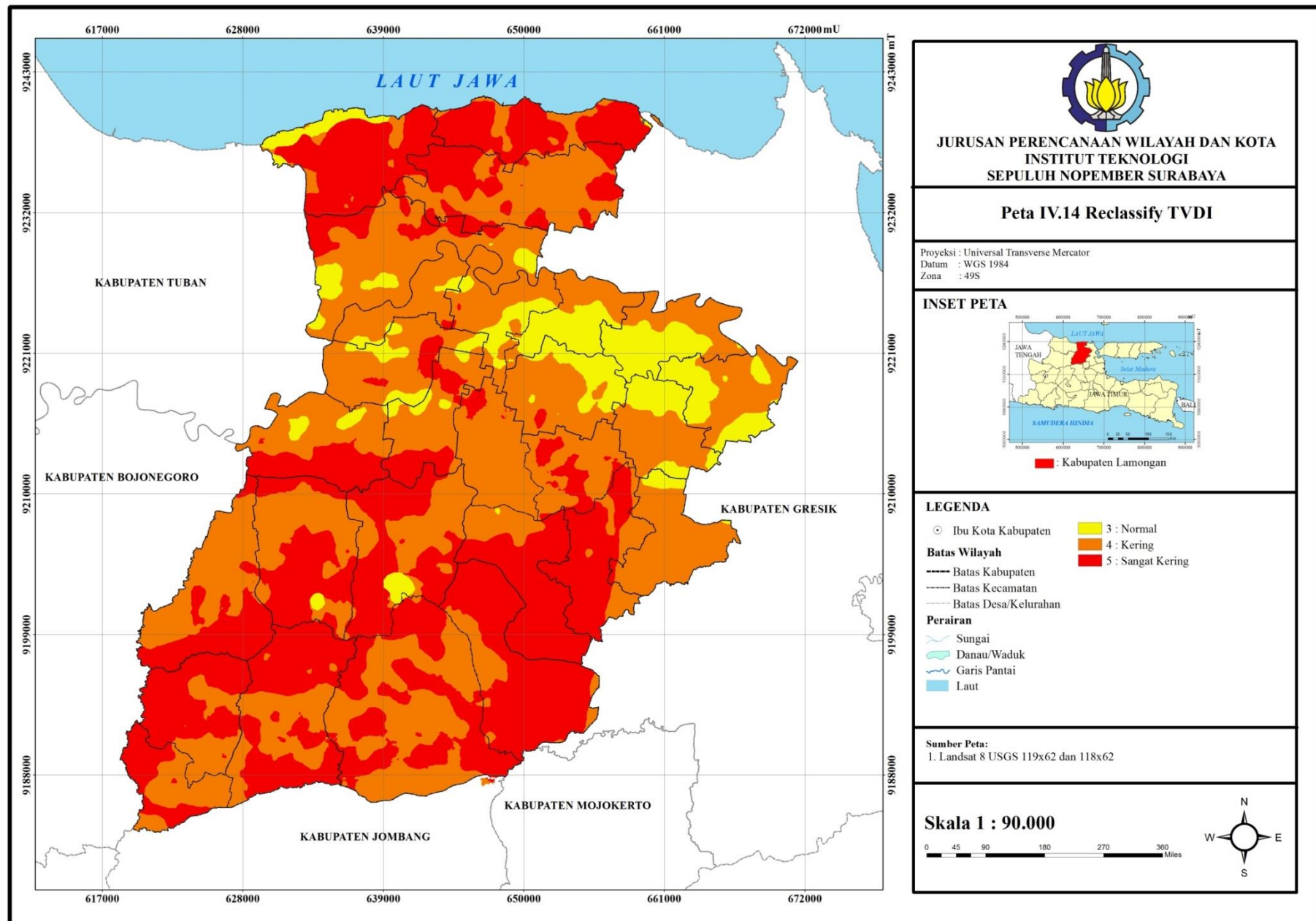


Gambar IV. 22 *Reclassify TVDI*

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Proses reclass di ikuti dengan *focal statistic* untuk mengelompokkan titik titik kecil TVDI menjadi satu bagian sesuai dengan mayoritas, agar tidak terdapat titik – titik kecil yang tidak sesuai untuk pembentukan zona. Adapun luasan lahan kekeringan berdasar klasifikasi tabel TVDI adalah sebagai berikut.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Peta IV. 8 TVDI Pertanian
Sumber: Hasil Digitasi, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Tabel IV. 18 Lahan Kekeringan TVDI Kab. Lamongan

| KECAMATAN | TINGKAT KEKERINGAN (Ha) | | |
|-----------------------|--------------------------------|---------------|----------------------|
| | Normal | Kering | Sangat Kering |
| BABAT | 459.54 | 3388.96 | 2503.95 |
| BLULUK | - | 1843.84 | 4151.99 |
| BRONDONG | 991.90 | 702.24 | 5855.09 |
| DEKET | 1623.48 | 2754.99 | - |
| GLAGAH | 2284.01 | 2762.98 | - |
| KALITENGAH | 2104.71 | 1617.00 | - |
| KARANGBINANGUN | 2504.36 | 2169.57 | - |
| KARANGGENENG | 1072.37 | 3073.35 | 29.70 |
| KEDUNGPRING | 121.08 | 4060.08 | 4339.85 |
| KEMBANGBAHU | 15.21 | 1354.89 | 5440.79 |
| LAMONGAN | - | 3033.61 | 1138.53 |
| LAREN | 1133.36 | 6828.44 | 1834.36 |
| MANTUP | - | 1379.89 | 7751.19 |
| MODO | - | 4825.39 | 3361.23 |
| NGIMBANG | - | 3326.56 | 6098.71 |
| PACIRAN | 24.48 | 1175.83 | 4579.30 |
| PUCUK | 387.94 | 2864.83 | 1461.35 |
| SAMBENG | 16.99 | 8432.25 | 6856.74 |
| SEKARAN | 1256.27 | 6641.54 | 567.02 |
| SOLOKURO | - | 5494.43 | 3770.64 |
| SUGIO | 392.74 | 3448.35 | 5140.38 |
| SUKODADI | - | 4382.64 | 299.00 |
| SUKORAME | - | 2101.63 | 1719.14 |
| TIKUNG | 357.92 | 5920.80 | 4248.64 |
| TURI | 1706.83 | 3482.70 | 105.66 |

| | | | |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Total | 16453.20 | 87066.80 | 71253.24 |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Dapat terlihat, bahwa sebaran kekeringan pada kecamatan di kabupaten lamongan merata, dimana hampir seluruh kecamatan memiliki daerah dengan tingkat kekeringan sangat tinggi dan keseluruhan kecamatan memiliki lahan dengan tingkat kekeringan kering. Dimana total lahan dengan kategori kering adalah 87ribu Ha dan Sangat kering 71ribu Ha. Adapun untuk sebaran tangkat kekeringan pada lahan pertanian adalah sebagai berikut.

Tabel IV. 19 Lahan Kekeringan TVDI Kawasan Pertanian

| KECAMATAN | Tingkat Kekeringan (Ha) | | |
|-----------------------|--------------------------------|---------------|----------------------|
| | Normal | Kering | Sangat Kering |
| BABAT | 222.77 | 2559.41 | 1428.53 |
| BLULUK | - | 1723.96 | 1477.89 |
| BRONDONG | 701.55 | 381.89 | 1377.61 |
| DEKET | 1509.34 | 2336.40 | - |
| GLAGAH | 2136.55 | 2320.82 | - |
| KALITENGAH | 1968.75 | 1170.02 | - |
| KARANGBINANGUN | 2313.61 | 1677.35 | - |
| KARANGGENENG | 971.72 | 2520.19 | 25.45 |
| KEDUNGPRING | 20.81 | 2993.67 | 1676.25 |
| KEMBANGBAHU | 15.21 | 1106.39 | 4709.78 |
| LAMONGAN | - | 2351.57 | 868.30 |
| LAREN | 588.26 | 4381.59 | 399.18 |
| MANTUP | - | 598.13 | 5014.82 |
| MODO | - | 4145.92 | 1165.63 |
| NGIMBANG | - | 2920.87 | 2616.13 |
| PACIRAN | - | 254.77 | 472.67 |

| | | | |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| PUCUK | 110.73 | 2466.43 | 1296.03 |
| SAMBENG | 10.13 | 3200.90 | 2190.14 |
| SEKARAN | 619.22 | 4932.59 | 479.21 |
| SOLOKURO | - | 1994.29 | 1563.75 |
| SUGIO | 5.44 | 2880.73 | 3202.29 |
| SUKODADI | - | 3656.09 | 266.45 |
| SUKORAME | - | 1537.45 | 713.63 |
| TIKUNG | 349.63 | 5124.39 | 3789.51 |
| TURI | 1550.13 | 3049.78 | 63.44 |
| Grand Total | 13093.86 | 62285.60 | 34796.69 |

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Terlihat bahwa kategori kering terdapat pada seluruh kawasan pertanian yang tersebar di 25 kecamatan, sedangkan untuk sangat kering hanya 4 kecamatan yang tidak memiliki kategori tersebut. Data tersebut menunjukkan pula, bahwa 62ribu hektar lahan pertanian tergolong kering, dan 34ribu hektar lahan pertanian tergolong sangat kering. Hal ini menunjukkan bahwa kabupaten lamongan pada tahun 2017 memiliki potensi kekeringan yang cukup besar dan potensi wilayah pertanian terdampak kering yang cukup besar pula.

4.2.3. Pembentukan Zona Resiko Kekeringan terhadap Sumber Air

Pembentukan zona resiko kekeringan pada penelitian ini, didasarkan pada kedekatannya dengan sumber air. Dimana sumber air yang dianalisa adalah sungai primer dan mata air/waduk. Semakin dekat dengan sumber air, maka prioritas dalam pengairan akan terlihat dengan jelas. Semakin jauh dengan sumber air maka akan semakin berbahaya, apalagi jika kawasan tersebut tergolong sangat kering, maka diperlukan pengairan yang tepat dan perlu di prioritaskan penanganannya. Klasifikasi zona

resiko kedekatan sumber air akan dilakukan dengan 4 data, yaitu data kekeringan, sumber air sungai primer, irigasi teknis eksisting dan sumber air waduk/mata air, dengan asumsi semakin dekat dengan sumber air maka semakin rendah resikonya, semakin jauh maka semakin tinggi resikonya.

Klasifikasi Sungai primer dan irigasi teknis akan didasarkan pada kedekatan. Klasifikasi akan menggunakan teknik *euclidian distance*. Sehingga dibutuhkan perhitungan sejauh mana air sungai dapat mengalir / dapat digunakan tanpa perantara distribusi air. Sedangkan untuk jangkaauan terjauh irigasi teknis akan mengikuti *best practice* pada pedoman teknis jaringan irigasi PU Pengairan yang mencantumkan jangkauan terjauh irigasi dalam kategori primer adalah hingga 800m. Untuk sungai primer dilakukan perhitungan menggunakan rumus berikut,

$$\text{Buffer width} = 2.5 (\text{time travel of overland water flow}) * (\text{slope})^{0.5}$$

Dimana waktu tempuh air dari hulu ke hulu rata-rata sungai di kabupaten lamongan, berdasarkan data Dinas Pengairan Kabupaten Lamongan adalah 45 menit. Sedangkan slope rata – rata pada kabupaten lamongan adaah 2%, sehingga dengan asumsi *best practice* dimana 1 persen *slope* merupakan 40Ha kemungkinan *watershed*. Setelah teridentifikasi, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Buffer width} = 2.5 (45) * (80)^{0.5}$$

Sehingga didapatkan jarak paling jauh penyebaran air tanpa perantara pada sungai primer kabupaten lamongan adalah sebesar 1300m.

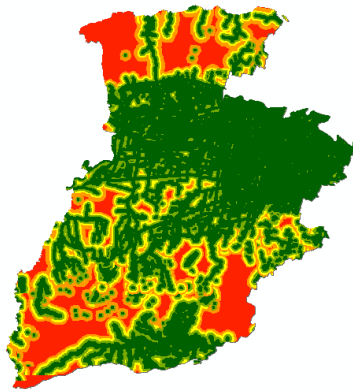
Klasifikasi pada danau/waduk dan mata air didasarkan pada beberapa *Best Practice*, diamana secara keseluruhan dirangkum sebagai berikut, dengan jarak terjauh 1000ft yang akan dijadikan patokan dalam *euclidian distance*,

Tabel IV. 20 Tabel Sintesa *Water Source Buffer Zones*

| Sumber | | |
|--------------|--|--|
| PU Pengairan | Canal Buffer Zones, Recommended Width. Elven Hawes and Markelle Smith (2005) | Water Sourve Buffer Standarts D. Warne, NYS DEP, 2001. |
| 125ft | | 150ft |
| 250ft | 250ft | |
| | 300ft | |
| | 1000ft | 1000ft |

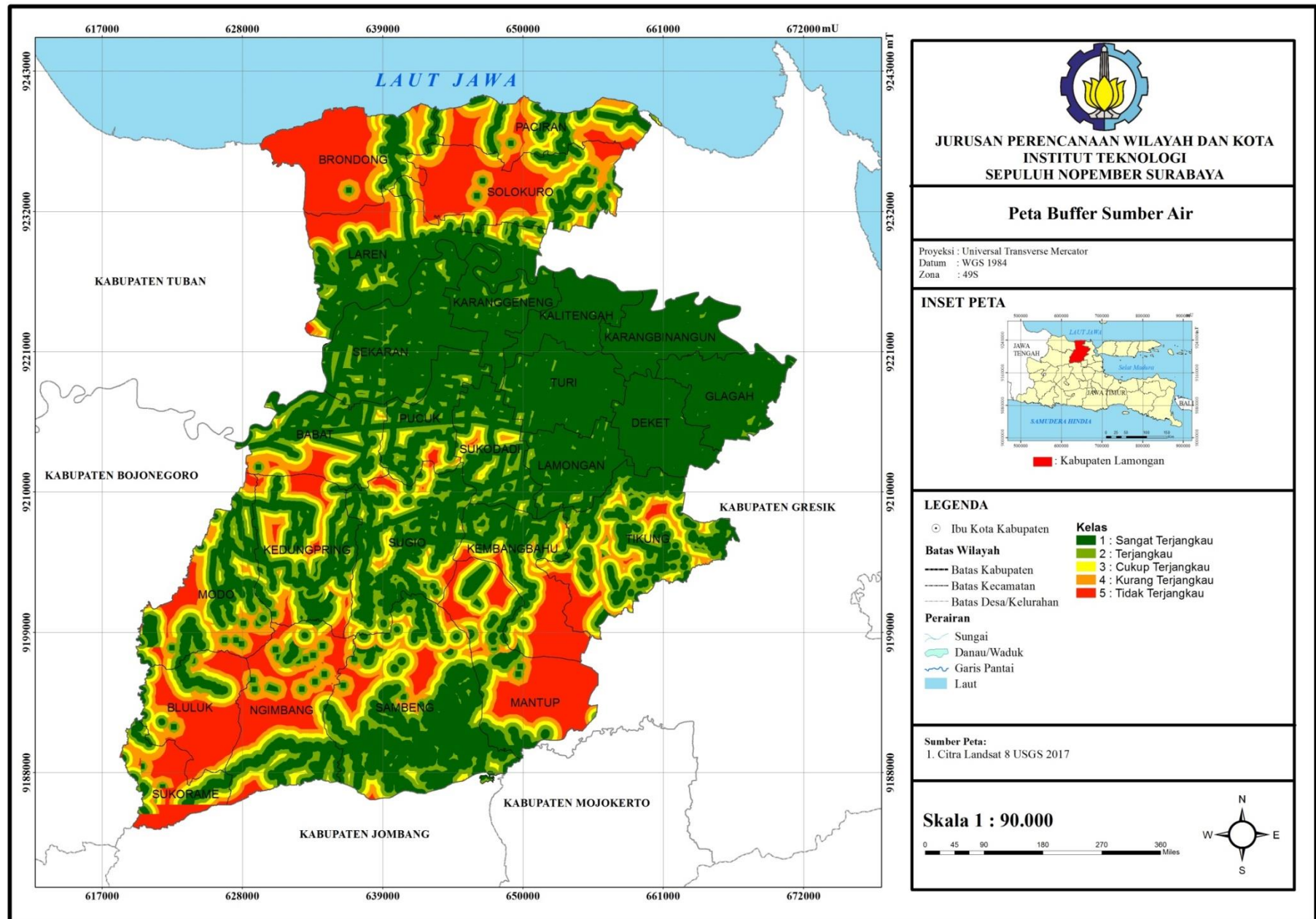
Sumber: Hasil Sintesa, 2017

Dengan klasifikasi tersebut, maka dilakukan analisa buffer *eucledian distance* terhadap sungai, irigasi dan mata air/waduk. Sehingga didapatkan hasil seperti gambar berikut. Lebih jelas dapat dilihat pada Peta IV.9 Buffer Sumber Air.

**Gambar IV. 23 Buffer Sumber Air**

Sumber: Hasil Analisis, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Peta IV. 9 Buffer Sumber Air
Sumber: Hasil Digitasi, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Langkah selanjutnya adalah melakukan analisa matriks untuk menentukan kelas resiko yang ada, pendekatan yang dilakukan adalah pendekatan logika dan kelas. Dimana resiko 1 adalah kawasan dengan tingkat sangat kering dan tidak terjangkau sumber air manapun hingga prioritas terakhir yaitu 5 adalah kawasan dengan tingkat kekeringan normal dan terjangkau sumber air. Adapun teknik dalam menentukan klasifikasi matrix dengan analisa distribusi, dikarenakan rentang kriteria sama yaitu dari 1 – 5. Sehingga dapat dihitung distribusi nya sebagai berikut:

$$C = (\text{Max} - \text{Min}) / K$$

$$C = (25 - 1) / 5$$

$$C = 4.8$$

Maka, skor baru resiko kekeringan terhadap sumber air di kabupaten lamongan diklasifikasikan sebagai berikut,

1: 1-5.8

2: 5.81 – 10.6

3: 10.61 – 15.4

4: 15.41 – 20.2

5: 20.21 – 25

Tabel IV. 21 Klasifikasi Skor Resiko Kekeringan di Kab. Lamongan

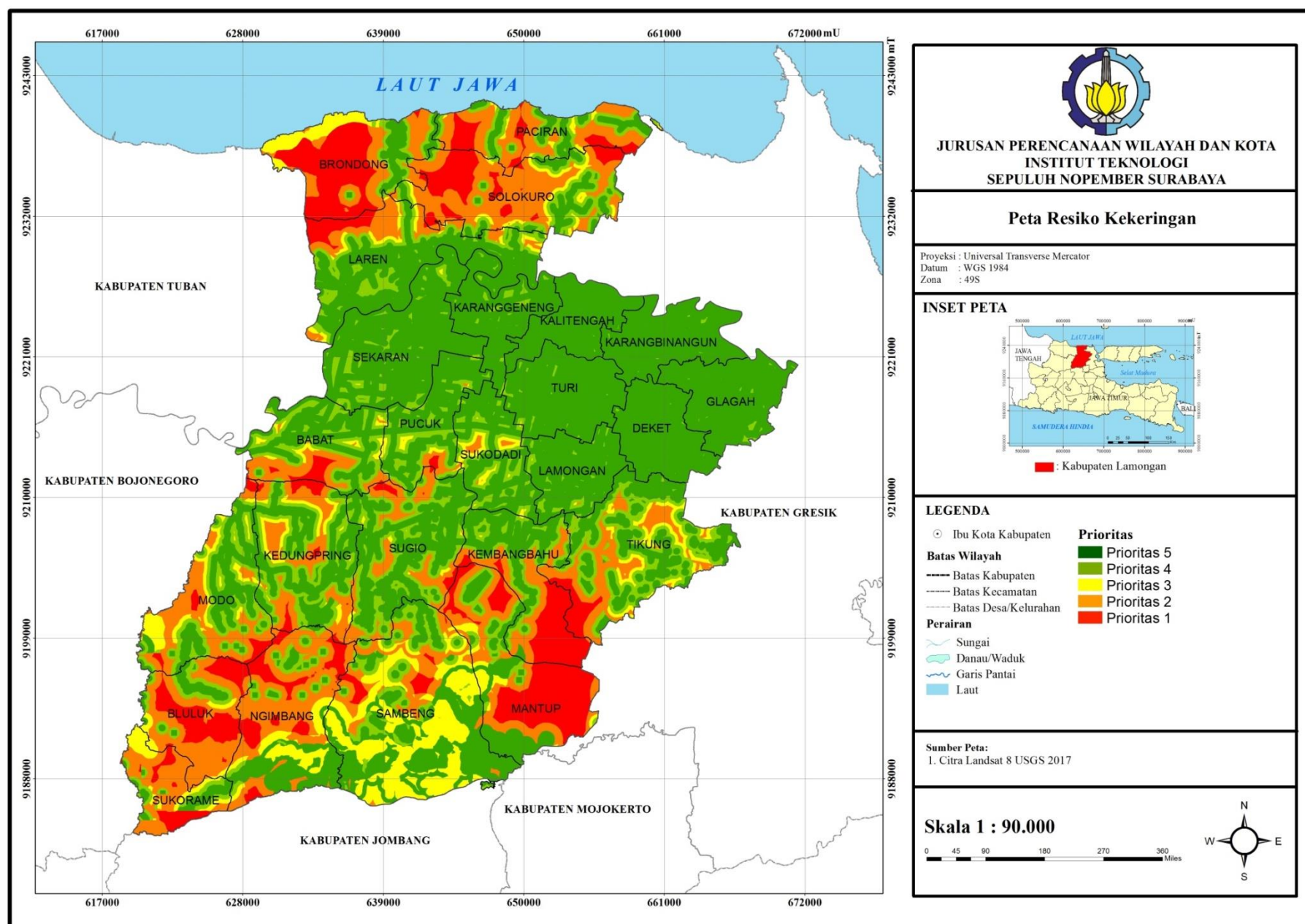
| | Kedekatan dengan Sumber Air | | | | | |
|--------------------|-----------------------------|---|----|----|----|----|
| | x | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Tingkat Kekeringan | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | 2 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | 3 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| | 4 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| | 5 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Keterangan :

| | |
|----------|------------------|
| 1 | Sangat Beresiko |
| 2 | Beresiko |
| 3 | Cukup Beresiko |
| 4 | Sedikit Beresiko |
| 5 | Tidak Beresiko |

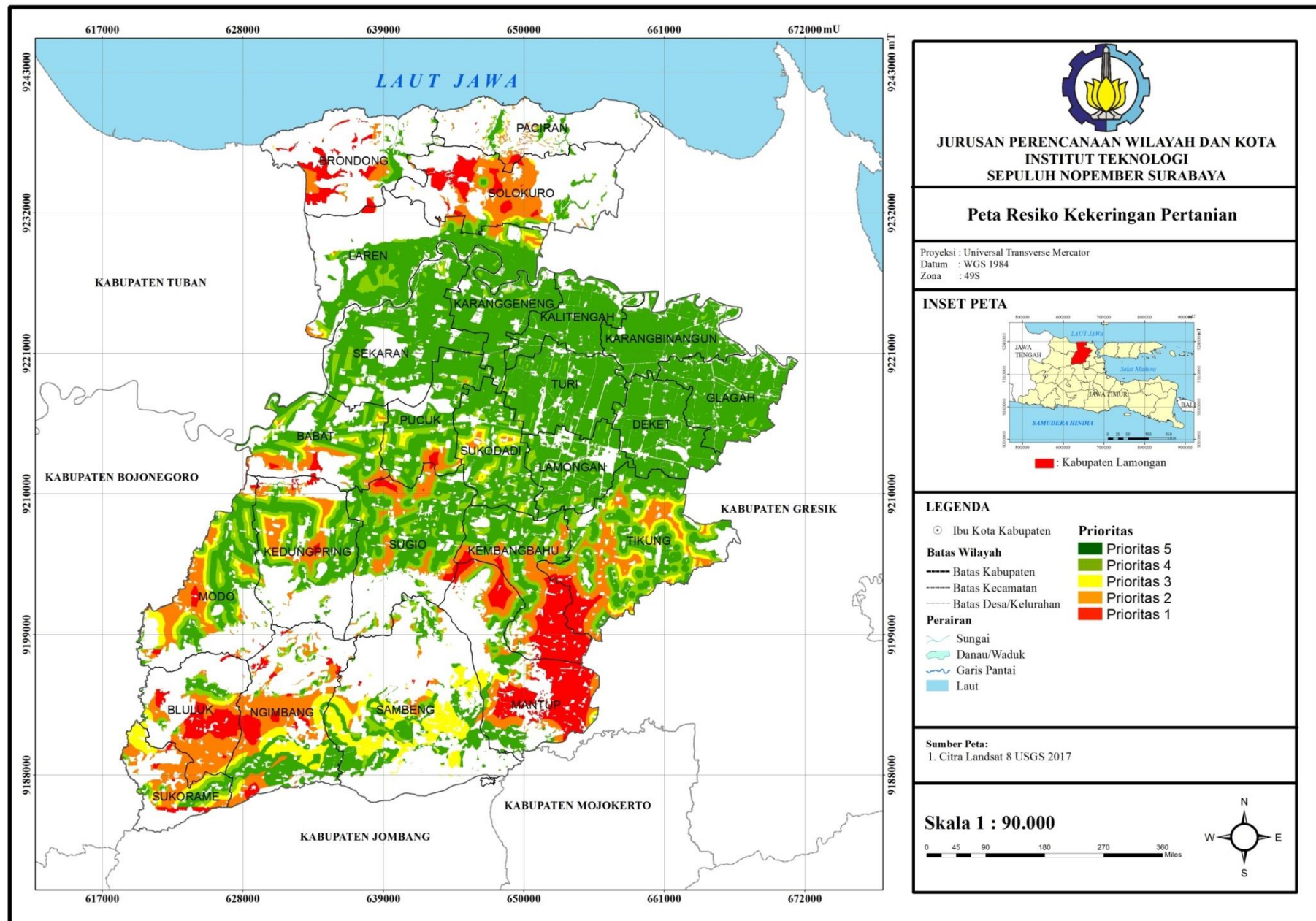
Berdasarkan Klasifikasi tersebut, maka dilakukan analisa Query pada arcgis untuk menerapkan hasil klasifikasi tersebut. Sehingga didapatkan hasil seperti gambar berikut. Lebih jelas dapat dilihat pada Peta IV.10 Resiko Kekeringan Terhadap Sumber Air dan Peta IV.11 Resiko Kekeringan Pada Kawasan Pertanian.



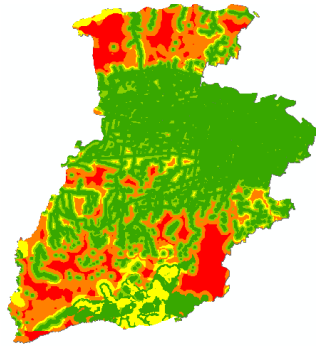
Peta IV. 10 Resiko Kekeringan Terhadap Sumber Air

Sumber: Hasil Digitasi, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Gambar IV. 24 Resiko Kekeringan

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Adapun luasan resiko per kecamatan, untuk mengetahui proporsi resiko yang ada di masing – masing kecamatan adalah sebagai berikut.

Tabel IV. 22 Luasan Resiko Kekeringan di Kab. Lamongan

| KECAMATAN | Resiko (Hektar) | | | | |
|-------------------|-----------------|---------|--------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| BABAT | 336.09 | 1177.13 | 264.62 | 1619.16 | 2955.45 |
| BLULUK | 1816.92 | 2745.30 | 264.96 | 638.00 | 530.65 |
| BRONDONG | 3358.26 | 1771.61 | 941.18 | 623.72 | 854.47 |
| DEKET | - | - | - | 8.82 | 4369.65 |
| GLAGAH | - | - | - | 76.69 | 4970.30 |
| KALITENGAH | - | - | - | 9.86 | 3711.85 |

| | | | | | |
|----------------------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| KARANGBINA NGUN | - | - | - | 25.26 | 4648. 67 |
| KARANGGENE NG | - | - | 0.16 | 215.93 | 3959. 33 |
| KEDUNGPRIN G | 395.53 | 2112.5 0 | 572.42 | 2122.7 0 | 3317. 86 |
| KEMBANGBA HU | 1879.38 | 1431.8 0 | 8.18 | 1149.5 3 | 2342. 00 |
| LAMONGAN | - | 3.20 | 5.38 | 293.95 | 3869. 61 |
| LAREN | 661.30 | 1403.4 4 | 439.58 | 1621.4 7 | 5670. 37 |
| MANTUP | 3599.84 | 2301.2 9 | 441.12 | 792.91 | 1998. 02 |
| MODO | 403.37 | 2257.2 7 | 914.90 | 1978.1 8 | 2632. 90 |
| NGIMBANG | 1356.82 | 3817.5 5 | 1022.3 4 | 877.64 | 2352. 66 |
| PACIRAN | 855.73 | 2485.2 2 | 175.23 | 1092.2 8 | 1171. 15 |
| PUCUK | 58.24 | 242.77 | 156.91 | 1016.4 1 | 3239. 78 |
| SAMBENG | 426.24 | 1993.0 6 | 5227.1 9 | 1685.6 2 | 5979. 58 |
| SEKARAN | - | 0.30 | 11.50 | 778.31 | 7674. 72 |
| SOLOKURO | 1727.19 | 4133.2 3 | 602.20 | 1456.1 7 | 1346. 27 |
| SUGIO | 196.21 | 1536.9 8 | 67.92 | 2302.4 2 | 4877. 94 |
| SUKODADI | - | 139.00 | 371.32 | 1065.9 2 | 3105. 40 |

| | | | | | |
|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| SUKORAME | 565.05 | 1691.1 1 | 592.63 | 483.06 | 488.9 6 |
| TIKUNG | 618.28 | 2166.7 2 | 922.63 | 2845.8 6 | 3973. 88 |
| TURI | - | - | 1.90 | 122.40 | 5170. 89 |
| Grand Total | 18254.4 4 | 33409. 48 | 13004. 27 | 24902. 28 | 85212 .34 |

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Terlihat pada data di atas, bahwa tingkat resiko tinggi mendominasi pada kabupaten lamongan, di ikuti dengan tingkat resiko sangat rendah dan sangat tinggi. Jumlah tersebut dapat digunakan untuk analisa kebutuhan pengairan pada kabupaten lamongan. Dimana dapat memunculkan jumlah irigasi sesuai dengan tingkat resiko yang ada. Resiko diprioritaskan dari yang paling beresiko yaitu kategori prioritas 1 dan seterusnya hingga paling tidak beresiko yang berarti tidak di prioritaskan penanganannya adalah prioritas 5. Pada data di atas, diketahui bahwa pada kawasan kecamatan bagian tengah, seperti Glagah, Deket, Karangbinangun, Karanggeneng termasuk dalam kawasan hijau, atau tidak diprioritaskan.

Karena kawasan ini sudah tercakup dalam sumber air yang ada, serta sudah terdapat jaringan irigasi teknis yang mencakup hampir keseluruhan wilayah. Sedangkan untuk kawasan yang diprioritaskan, mayoritas berada pada wilayah selatan, seperti Mantup, Bluluk, Ngimbang, dan Sambeng yang memiliki kawasan dengan prioritas tinggi dan sangat tinggi cukup banyak terkait risikonya, yang menandakan kawasan bagian selatan ini lebih beresiko terhadap kekeringan dibandingkan kawasan lainnya. Adapun luasan Resiko untuk wilayah pertaniannya saja adalah sebagai berikut.

**Tabel IV. 23 Luasan Resiko Kekeringan Pertanian di Kab.
Lamongan**

| Kecamatan | Resiko (Hektar) | | | | |
|----------------------------|-----------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| BABAT | 123.9 0 | 632.84 | 226.5 3 | 1183.2 3 | 1985.0 0 |
| BLULUK | 929.4 2 | 1582.5 4 | 185.1 9 | 243.62 | 261.08 |
| BRONDONG | 703.9 7 | 422.93 | 5.19 | 99.09 | 311.13 |
| DEKET | - | - | - | 8.82 | 3820.4 0 |
| GLAGAH | - | - | - | 76.44 | 4380.9 2 |
| KALITENGAH | - | - | - | 9.86 | 3127.2 1 |
| KARANGBINAN GUN | - | - | - | 25.26 | 3958.5 8 |
| KARANGGENE NG | - | - | 0.07 | 169.87 | 3347.4 2 |
| KEDUNGPRING | 101.9 2 | 943.52 | 450.2 4 | 1194.3 9 | 1965.7 5 |
| KEMBANGBAH U | 1734. 85 | 1165.5 7 | 7.46 | 924.58 | 1951.9 3 |
| LAMONGAN | - | 3.20 | 3.48 | 277.56 | 2927.9 3 |
| LAREN | 57.52 | 266.80 | 151.4 2 | 794.08 | 4042.5 7 |
| MANTUP | 2643. | 1315.9 | 210.4 | 419.39 | 997.69 |

| | | | | | |
|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| | 88 | 8 | 0 | | |
| MODO | 137.2 2 | 1312.3 7 | 696.6 1 | 1284.8 1 | 1843.6 8 |
| NGIMBANG | 610.5 6 | 2097.3 4 | 913.4 8 | 325.65 | 1590.6 7 |
| PACIRAN | 58.46 | 240.58 | 16.69 | 114.61 | 297.10 |
| PUCUK | 58.24 | 233.71 | 139.5 3 | 818.48 | 2603.3 9 |
| SAMBENG | 18.84 | 364.34 | 2196. 38 | 502.25 | 2289.8 3 |
| SEKARAN | - | 0.30 | 8.39 | 476.07 | 5408.5 4 |
| SOLOKURO | 856.8 5 | 1821.0 2 | 115.5 2 | 310.47 | 436.63 |
| SUGIO | 175.3 0 | 1050.1 1 | 53.29 | 1576.2 7 | 3206.3 0 |
| SUKODADI | - | 90.50 | 307.6 2 | 902.27 | 2610.6 8 |
| SUKORAME | 158.8 8 | 906.51 | 525.0 7 | 327.30 | 333.34 |
| TIKUNG | 575.2 7 | 2003.8 0 | 893.4 0 | 2512.4 0 | 3101.3 7 |
| TURI | - | - | 1.90 | 113.91 | 4542.9 9 |
| Grand Total | 8945. 06 | 16453. 96 | 7107. 86 | 14690. 68 | 61342. 16 |

Sumber: Hasil Analisis, 2017

4.2.4. Skenario Pengairan Berdasarkan Tingkat Resiko Kekeringan

Skenario pengairan yang akan di lakukan adalah dengan kalkulasi kebutuhan pengairan berdasarkan luasan tingkat resiko yang ada. Penambahan pengairan akan di dasarkan pada pedoman perencanaan irigasi dari PU Pengairan dengan kategori yang di pertimbangkan adalah Resiko tingkat 3 hingga 1. Dikarenakan resiko tingkat 4 dan 5 dapat dikatakan tidak berisiko, karena kedua tingkatan resiko tersebut tergolong dalam zona tidak kering atau zona yang terjangkau dan sangat terjangkau oleh sumber daya air.

Berdasarkan pedoman rencana irigasi dari PU Pengairan. Dalam menentukan jumlah irigasi dibedakan dalam jenisnya terlebih dahulu. Yaitu primer, sekunder, dan tersier. Untuk kategori resiko 3 atau dalam pedoman rencana irigasi PU Pengairan kawasan dengan resiko kekeringan cukup, hanya dibutuhkan jaringan primer saja, sedangkan untuk kategori 2 dibutuhkan jaringan hingga sekunder, dan untuk kategori 3 dibutuhkan jaringan hingga tersier guna mengantisipasi kawasan dengan resiko kekeringan sangat tinggi, yaitu kawasan yang jauh dari sumber air dan tergolong sangat kering.

Adapun standar dari pedoman rencana irigasi Pu Pengairan, menyatakan bahwa Jaringan primer sepanjang 1600m dapat mencakup 120Ha, jaringan sekunder sepanjang 1000m dapat mencakup 50Ha dan jaringan tersier sepanjang 500m dapat mencakup 15Ha. Setiap kawasan resiko membutuhkan jenis irigasi yang berbeda. Jika resiko 3 membutuhkan primer saja, maka resiko 2 membutuhkan primer dan sekunder, sedangkan resiko 1 membutuhkan ketiganya. Rasio perbandingan jaringan irigasi adalah 1 : 13 : 20. Hal ini berdasarkan rasio standar jaringan irigasi Indonesia DDR\OP\Inventarisasi Bangunan Pengairan PU Pengairan. Adapun dengan bangun logika tersebut, dilakukan perhitungan terhadap luasan resiko yang sudah dimiliki. Sehingga didapatkan kebutuhan jaringan irigasi per

kecamatan sebagai berikut. Dan juga formula perhitungannya sebagai berikut.

- Primer = $(\text{"Resiko 3"}/120)*1600 + (((\text{"Resiko 1"}/15)*500) / 20 + (((\text{"Resiko 2"}/50)*1000) / 13)$
- Sekunder = $(\text{"Resiko 2"}/50)*1000 + (((\text{"Resiko 1"}/15)*500) *13) / 20$
- Tersier = $(\text{"Resiko 1"}/15)*500$

Tabel IV. 24 Kebutuhan Jaringan Irigasi di Kab. Lamongan

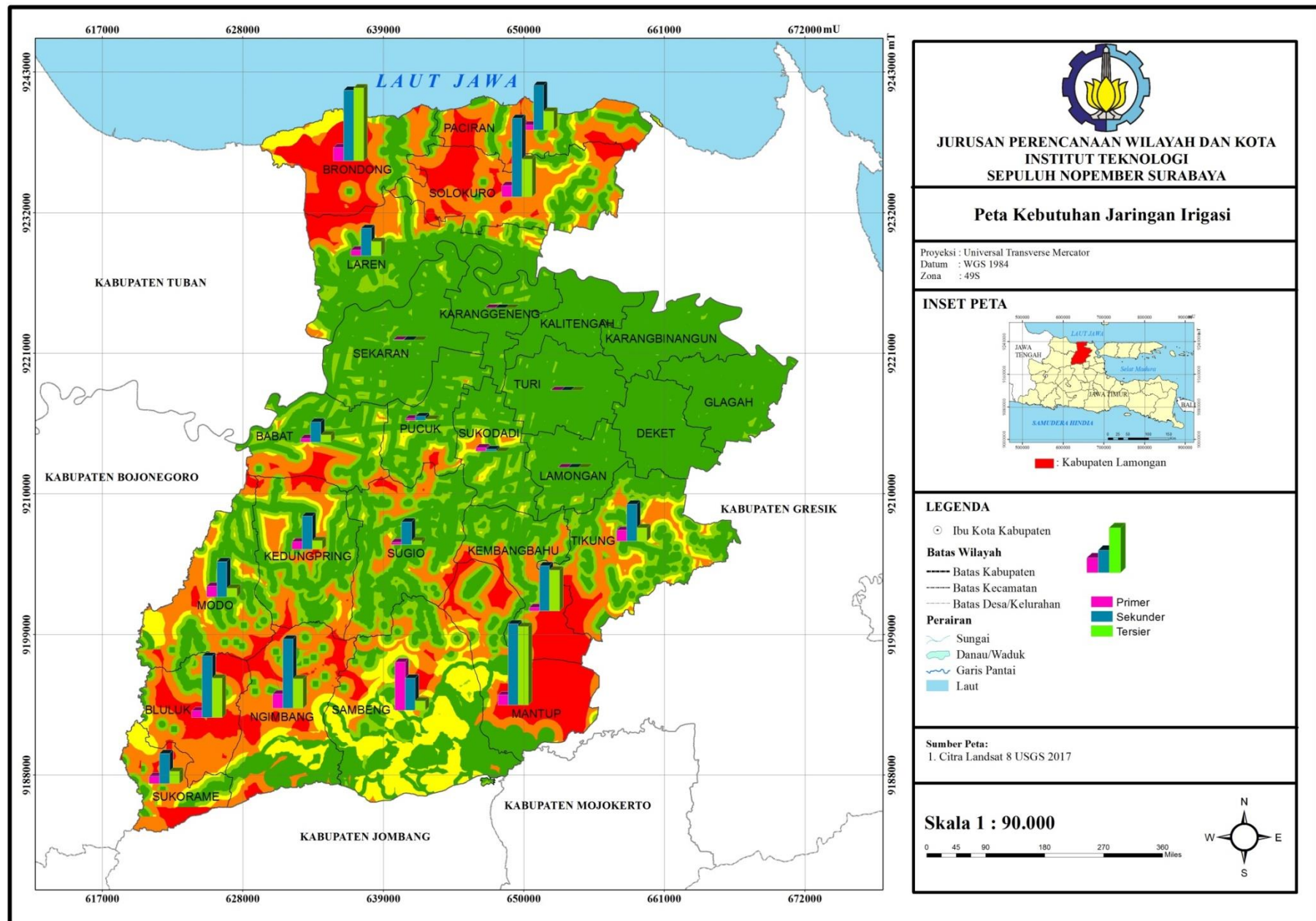
| KECAMATAN | Resiko (Hektar) | | | Kebutuhan Irigasi (Meter) | | |
|-----------------------|-----------------|----------------|---------------|---------------------------|-----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | Primer | Sekunder | Tersier |
| BABAT | 336.09 | 1177.13 | 264.62 | 5899.39 | 30824.55 | 11203.00 |
| BLULUK | 1816.92 | 2745.3 | 264.96 | 10784.54 | 94272.60 | 60564.00 |
| BRONDONG | 3358.26 | 1771.61 | 941.18 | 20871.72 | 108194.50 | 111942.00 |
| DEKET | - | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| GLAGAH | - | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| KALITENGAH | - | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| KARANGBINANGUN | - | - | - | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| KARANGGENENG | - | - | 0.16 | 2.13 | 0.00 | 0.00 |
| KEDUNGPRI NG | 395.53 | 2112.5 | 572.42 | 11541.48 | 50819.82 | 13184.33 |
| KEMBANGBAHU | 1879.38 | 1431.8 | 8.18 | 5444.14 | 69355.90 | 62646.00 |

| | | | | | | |
|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| LAMONGAN | - | 3.2 | 5.38 | 71.73 | 0.00 | 0.00 |
| LAREN | 661.3 | 1403. 44 | 439.5 8 | 9122.3 7 | 42396. 97 | 22043. 33 |
| MANTUP | 3599. 84 | 2301. 29 | 441.1 2 | 15421. 78 | 124022 .33 | 11999 4.67 |
| MODO | 403.3 7 | 2257. 27 | 914.9 | 16343. 67 | 53885. 08 | 13445. 67 |
| NGIMBANG | 1356. 82 | 3817. 55 | 1022. 34 | 21765. 72 | 105748 .77 | 45227. 33 |
| PACIRAN | 855.7 3 | 2485. 22 | 175.2 3 | 7586.0 3 | 68245. 22 | 28524. 33 |
| PUCUK | 58.24 | 242.7 7 | 156.9 1 | 2562.6 9 | 6117.2 7 | 1941.3 3 |
| SAMBENG | 426.2 4 | 1993. 06 | 5227. 19 | 73472. 51 | 49096. 40 | 14208. 00 |
| SEKARAN | - | 0.3 | 11.5 | 153.79 | 6.00 | 0.00 |
| SOLOKURO | 1727. 19 | 4133. 23 | 602.2 | 17266. 80 | 120087 .05 | 57573. 00 |
| SUGIO | 196.2 1 | 1536. 98 | 67.92 | 3597.2 0 | 34990. 82 | 6540.3 3 |
| SUKODADI | - | 139 | 371.3 2 | 5164.7 8 | 2780.0 0 | 0.00 |
| SUKORAME | 565.0 5 | 1691. 11 | 592.6 3 | 11445. 19 | 46064. 95 | 18835. 00 |
| TIKUNG | 618.2 8 | 2166. 72 | 922.6 3 | 16665. 62 | 56730. 47 | 20609. 33 |
| TURI | - | - | 1.9 | 25.33 | 0.00 | 0.00 |
| Grand Total | 1825 4.44 | 3340 9.48 | 1300 4.27 | 25521 3.53 | 106370 2.47 | 60848 1.33 |

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Berdasarkan data di atas, sudah tertuliskan sebearapa banyak jaringan irigasi yang diperlukan pada masing – masing kecamatan menyesuaikan jenis resiko yang terdapat pada kecamatan tersebut. Sehingga masing – masing kecamatan membutuhkan jaringan irigasi yang berbeda – beda dengan kuantitas yang berbeda pula. Pada kecamatan bagian tengah, seperti Deket, Glagah, Kalitengah, Karangbinangun, dan Karanggeneng tidak terlalu diprioritaskan dalampenambahan jaringan irigasi, cukup peningkatan jaringan irigasi yang ada saja. Dikarenakan pada kawasan tersebut sudah termasuk dalam kawasan prioritas aman, dimana sumber air dan irigasi teknis eksisting sudah mencakup hampir keseluruhan wilayah. Untuk lebih jelas mengenai proporsi kebutuhan jaringan irigasi per kecamatan dapat dilihat pada Peta IV.12 Kebutuhan Jaringan Irigasi Per Kecamatan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Peta IV. 12 Kebutuhan Jaringan Irigasi Per Kecamatan

Sumber: Hasil Digitasi, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Berdasarkan data perhitungan kebutuhan irigasi tersebut, akan dilakukan analisa kebutuhan penggunaan air dengan rumus mengacu pada pedoman perencanaan irigasi PU Pengairan sebagai berikut,

$$A = L \times Lt \times a$$

Dimana :

A = Penggunaan air irigasi

L = Luas Daerah Irigasi

Lt = Intensitas Tanaman dalam %

a = Standar Penggunaan air 1 l/bulan/ha

Berikut adalah hasil kalkulasi terhadap luas daerah irigasi yang dibutuhkan untuk mengetahui penggunaan air irigasi.

Tabel IV. 25 Jumlah Penggunaan Air Irigasi terhadap Resiko Kekeringan di Kab. Lamongan

| KECAMATAN | Total Kebutuhan Irigasi (M ²) | intensitas tanaman % | Kebutuhan Penggunaan Air (L/Bulan/ M ²) |
|--------------------|---|----------------------|---|
| BABAT | 47926.9 | 79 | 3,786,227.94 |
| BLULUK | 165621.1 | 54 | 8,943,541.48 |
| BRONDONG | 241008.2 | 77 | 18,557,632.98 |
| DEKET | 220782.9 | 64 | 14,130,107.02 |
| GLAGAH | 401229.5 | 33 | 13,240,574.82 |
| KALITENGAH | 38617.6 | 57 | 2,201,200.92 |
| KARANGBIN ANGUN | 209875.2 | 59 | 12,382,636.80 |
| KARANGGEN ENG | 2873.1 | 67 | 192,497.70 |
| KEDUNGPRI | 75545.6 | 31 | 2,341,914.63 |

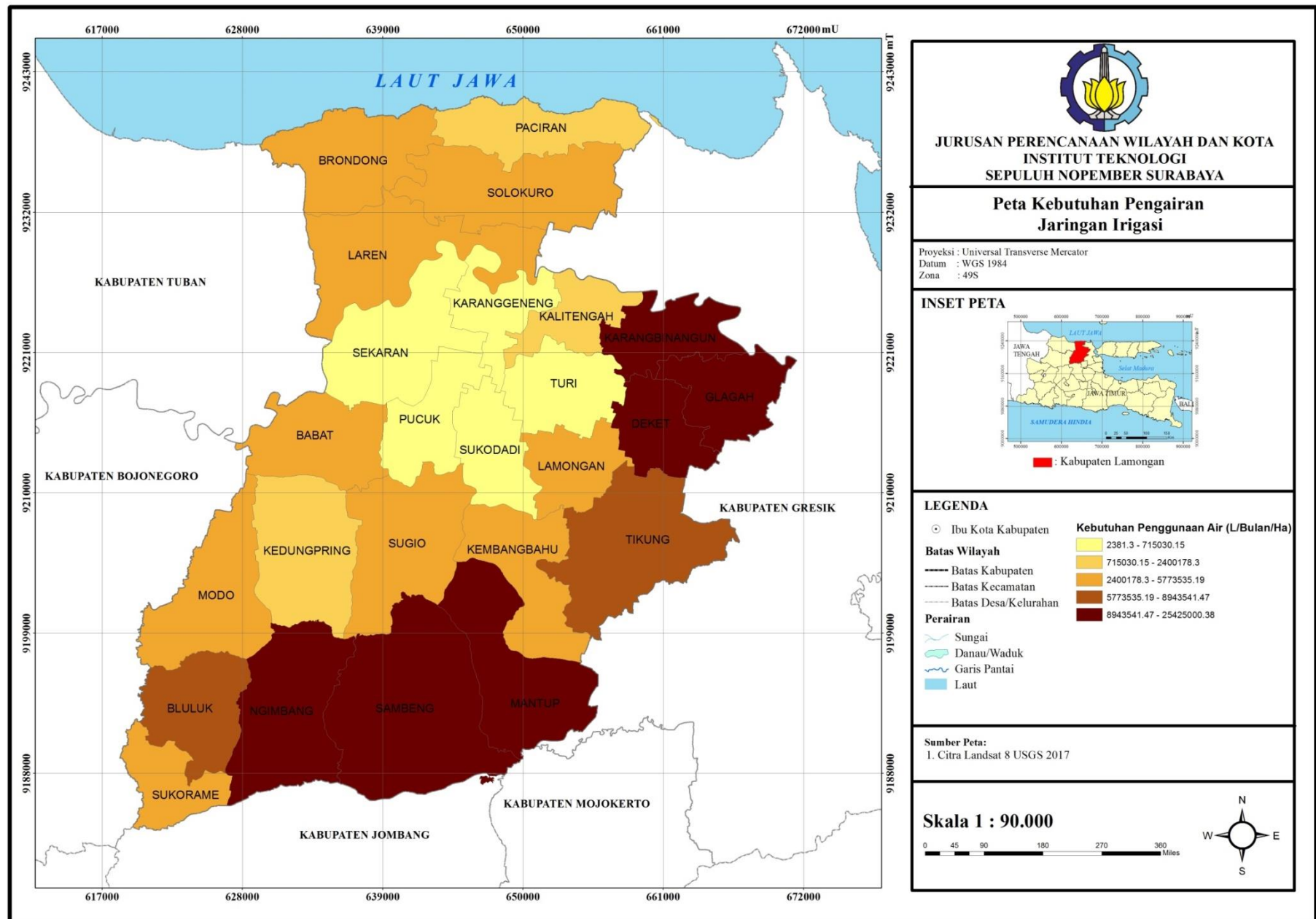
| NG | | | |
|-------------------------|-----------|-------------|---------------|
| KEMBANGB AHU | 137446.0 | 41 | 5,635,287.47 |
| LAMONGAN | 54671.2 | 75 | 4,100,340.00 |
| LAREN | 73562.7 | 54 | 3,972,384.28 |
| MANTUP | 259438.8 | 98 | 25,425,000.39 |
| MODO | 83674.4 | 69 | 5,773,535.19 |
| NGIMBANG | 172741.8 | 89 | 15,374,022.03 |
| PACIRAN | 104355.6 | 75 | 7,826,668.65 |
| PUCUK | 10621.3 | 66 | 701,005.29 |
| SAMBENG | 136776.9 | 94 | 12,857,029.81 |
| SEKARAN | 159.8 | 85 | 13,582.56 |
| SOLOKURO | 194926.8 | 70 | 13,644,879.41 |
| SUGIO | 45128.4 | 84 | 3,790,781.51 |
| SUKODADI | 7944.8 | 90 | 715,030.15 |
| SUKORAME | 76345.1 | 66 | 5,038,779.31 |
| TIKUNG | 94005.4 | 77 | 7,238,416.98 |
| TURI | 25.3 | 94 | 2,381.33 |
| Grand Total | 1927397.3 | 1723 | 3,320,905.33 |

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Berdasarkan data diatas, dapat diketahui bahwa kabupaten amongan membutuhkan total jumlah air sebesar 3.320.905 per bulan untuk menunjang jaringan irigasi yang dibutuhkan guna mengatasi resiko kekeringan yang ada pada masing - masing wilayah kecamatan, di kabupaten lamongan. Masing – masing kecamatan memiliki kebutuhan yang berbeda, menyesuaikan scenario kebutuhan panjang pengairan irigasi pada kecamatan tersebut. Kebutuhan air sangat dipengaruhi dengan intensitas tanam pertanian pada kawasna tersebut. Belum tentu

dengan jumlah irigasi yang lebih besar, kebutuhan air maka lebih besar pula. Semuanya mengikuti 2 variable yang termasuk intensitas tanaman. Untuk perbandingan kebutuhan air per kecamatan dapat dilihat pada Peta IV.13 Kebutuhan air guna pengairan jaringan irigasi per kecamatan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Peta IV. 13 Kebutuhan air guna pengairan jaringan irigasi per kecamatan

Sumber: Hasil Digitasi, 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan proses analisis yang telah dilakukan dengan tujuan menghasilkan scenario kebutuhan pengairan pada kabupaten lamongan berdasarkan tingkat dan resiko kekeringan, ada beberapa poin yang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Model yang terbentuk untuk menciptakan tingkat kekeringan berbasis *Temperature Dryness Vegetation Index* dengan Landsat 8 maret 2017 Kabupaten Lamongan adalah $TVDI = \frac{LST - (-32 * NDVI + 21.76)}{50.99 - 14.92 * NDVI}$.
2. Tingkat kekeringan pada kabupaten lamongan tergolong dalam 3 macam, normal, kering, dan sangat kering. Dengan dominasi kawasan dengan tingkat kekeringan kering seluas 62.285 ha serta 34.796 ha berupa kawasan dengan tingkat kekeringan tinggi. Yang menunjukan kabupaten lamongan rawan kekeringan pada tahun 2017.
3. Resiko kekeringan terhadap keterjangkauan sumber air terdiri dari 5 jenis resiko, dari tidak berisiko (5) hingga sangat berisiko (1). Resiko tingkat 1 dan 2 memiliki total luas yang besar sekita 50.000Ha, dimana tersebar pada hampir seluruh kecamatan. Hal ini menunjukan kawasan pertanian kabupaten lamongan masing banyak yang terancam kekeringan.
4. Pada segi priortias penanganan berdasarkan resiko, diketahui bahwa pada kawasan kecamatan bagian tengah, seperti Glagah, Deket, Karangbinangun, Karanggeneng termasuk dalam kawasan hijau, atau tidak diprioritaskan. Karena kawasan ini sudah tercakup dalam sumber air yang ada, serta sudah terdapat jaringan irigasi teknis yang

mencakup hampir keseluruhan wilayah. Sedangkan untuk kawasan yang diprioritaskan, mayoritas berada pada wilayah selatan, seperti Mantup, Bluluk, Ngimbang, dan Sambeng yang memiliki kawasan dengan prioritas tinggi dan sangat tinggi cukup banyak terkait resikonya, yang menandakan kawasan bagian selatan ini lebih beresiko terhadap kekeringan dibandingkan kawasan lainnya.

5. Analisis Kebutuhan irigasi pada kabupaten lamongan menyesuaikan jenis resiko dan letak kecamatan. Masing – masing kecamatan memiliki kebutuhan jaringan irigasi yang berbeda – beda, begitu pula kebutuhan penggunaan air irigasinya yang berbeda juga. Total kebutuhan jaringan irigasi untuk mengantisipasi kekeringan pada kabupaten lamongan 2017 adalah 1.237.397.3 meter dengan kebutuhan air total sebesar 3.320.905 L/bulan/m².

5.2. Rekomendasi

Agar studi yang dilakukan oleh penulis dapat memberikan manfaat yang lebih banyak, maka penulis merekomendasikan beberapa hal antara lain:

1. Penelitian lanjutan mengenai perencanaan jaringan irigasi dengan studi serupa namun dengan metode yang lebih rinci.
2. Penelitian lanjutan mengenai pengairan lahan kering menyesuaikan schedule dan manajemen pengairan yang sesuai dengan tingkat kekeringan yang ada.
3. Penelitian lebih lanjut terkait scenario penanganan resiko kekeringan membandingkan dengan kondisi ketersediaan suplai air, curah hujan dsb.
4. Arahan dalam kebutuhan pengairan kawasan pertanian yang terlanda kekeringan guna mengantisipasi akibat kekeringan yang akan terjadi

5. Proyeksi kebutuhan irigasi pada tahun – tahun berikutnya, berdasar pada proyeksi terhadap tingkat kekeringan dan resikonya pada penelitian lanjutan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Seneviratne, S.I.; Corti, T.; Davin, E.L.; Hirschi, M.; Jaeger, E.B.; Lehner, I.; Orlowsky, B.; Teuling, A.J. Investigating soil moisture—Climate interactions in a changing climate: A review. *Earth-Sci. Rev.* **2010**, *99*, 125–161.
- Skierucha, W.; Wilczek, A.; Szyplowska, A.; Sławiński, C.; Lamorski, K. A TDR-based soil moisture monitoring system with simultaneous measurement of soil temperature and electrical conductivity. *Sensors* **2012**, *12*, 13545–13566.
- Wang, C.Y.; Qi, S.H.; Niu, Z.; Wang, J.B. Evaluating soil moisture status in China using the temperature–vegetation dryness index (TVDI). *Can. J. Remote Sens.* **2004**, *30*, 671–679.
- Chen, J.; Wang, C.Z.; Jiang, H.; Mao, L.X.; Yu, Z.R. Estimating soil moisture using Temperature—Vegetation Dryness Index (TVDI) in the Huanghuai-hai (HHH) plain. *Int. J. Remote Sens.* **2011**, *32*, 1165–1177.
- Döll, Petra. "Impact of climate change and variability on irrigation requirements: a global perspective." *Climatic change* 54.3 (2002): 269-293.
- WILHELMI, Olga V.; WILHITE, Donald A. Assessing vulnerability to agricultural drought: a Nebraska case study. *Natural Hazards*, 2002, 25.1: 37-58.
- JEYASEELAN, A. T. Droughts & floods assessment and monitoring using remote sensing and GIS. In: *Satellite remote sensing and GIS applications in agricultural*

meteorology. Dehra Dun, India. Geneva, Switz: World Meteorol. Org., 2003.

NARASIMHAN, B.; SRINIVASAN, R. Development and evaluation of Soil Moisture Deficit Index (SMDI) and Evapotranspiration Deficit Index (ETDI) for agricultural drought monitoring. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2005, 133.1: 69-88.

RAY, S. S.; DADHWAL, V. K. Estimation of crop evapotranspiration of irrigation command area using remote sensing and GIS. *Agricultural water management*, 2001, 49.3: 239-249.

FORTES, P. S.; PLATONOV, A. E.; PEREIRA, L. S. GISAREG—A GIS based irrigation scheduling simulation model to support improved water use. *Agricultural Water Management*, 2005, 77.1: 159-179.

SANTHI, C., et al. A GIS-based regional planning tool for irrigation demand assessment and savings using SWAT. *Transactions of the ASAE*, 2005, 48.1: 137-147.

HEINEMANN, A. B.; HOOGENBOOM, G.; DE FARIA, R. T. Determination of spatial water requirements at county and regional levels using crop models and GIS: An example for the State of Parana, Brazil. *Agricultural Water Management*, 2002, 52.3: 177-196. NAMBANGAN KEDUNG COWEK.”

Timur, Pemerintah Provinsi Jawa. 2006. “Perda Provinsi Jawa Timur No.2 Tahun 2006 tentang RTRW Provinsi Jatim.”

NOTOHADIPRAWIRO, Tejoyuwono. Pertanian lahan kering Di Indonesia: Potensi, prospek, kendala, dan

- pengembangannya. *Lokakarya Evaluasi Pelaksanaan Proyek Pengembangan Palawija*. USAID, Bogor, 1989.
- Surmaini, Elsa, Eleonora Runtuwuu, and Irsal Las. "Upaya sektor pertanian dalam menghadapi perubahan iklim." *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 30.1 (2015): 1-7.
- NOTOHADIPRAWIRO, Tejoyuwono. Rasionalisasi Penggunaan Sumberdaya Air di Indonesia. *Ilmu Tanah Universitas Gadjah Mada*. Yogyakarta, 2006.
- Departemen Pekerjaan Umum, DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR, dan DIREKTORAT IRIGASI DAN RAWA. "Standar Perencanaan Irigasi." *Galang Persada*, Bandung (1986).
- Allen, Richard G., et al. "Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56." *FAO, Rome* 300.9 (1998): D05109.
- Brouwer, C., and M. Heibloem. "Irrigation water management: irrigation water needs." *Training manual* 3 (1986).
- DÖLL, Petra; SIEBERT, Stefan. Global modeling of irrigation water requirements. *Water Resources Research*, 2002, 38.4.
- Smith, Martin, et al. "Report on the Expert Consultation on Procedures for Revision of FAO Guidelines for Prediction of Crop Water Requirements. Rome, Italy, 28-31 May 1990." (1991).
- Geerts, Sam, and Dirk Raes. "Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas." *Agricultural water management* 96.9 (2009): 1275-1284.

- Wriedt, Gunter, et al. "Estimating irrigation water requirements in Europe." *Journal of Hydrology* 373.3 (2009): 527-544.
- Doorenbos, Jan. *Guidelines for predicting crop water requirements*. No. C 25366. FAO, Roma (Italia), 1977.
- De Silva, C. S., et al. "Predicting the impacts of climate change—A case study of paddy irrigation water requirements in Sri Lanka." *Agricultural water management* 93.1 (2007): 19-29.
- Bagian Bidang Pembangunan. 2013. "Pedoman Teknis Perencanaan Jaringan Irigasi". Jakarta : PU Pengairan Nasional

LAMPIRAN

Lampiran 1 Titik Sampel LST

| No | LST (<i>Land Surface Temperature</i>) | POINT_X | POINT_Y |
|----|---|-----------------|----------------|
| 1 | 22.12958297270 | 112.46878301400 | -7.02146938733 |
| 2 | 22.60824175870 | 112.27917687000 | -6.98219960084 |
| 3 | 21.25637657200 | 112.18710872100 | -7.18025647174 |
| 4 | 22.99540173090 | 112.32799954100 | -7.17325833504 |
| 5 | 23.21740994460 | 112.26270738900 | -6.98158417303 |
| 6 | 21.77444674860 | 112.28634337300 | -6.94322092307 |
| 7 | 22.86965704550 | 112.32427461100 | -6.91461435445 |
| 8 | 26.47754604210 | 112.40416009700 | -7.27392479934 |
| 9 | 23.24176869830 | 112.30609285700 | -7.31416837573 |
| 10 | 21.84527336250 | 112.29356285200 | -7.10281443199 |
| 11 | 22.45584668110 | 112.27206198800 | -7.09251736418 |
| 12 | 22.49904446810 | 112.41298046200 | -7.00347879361 |
| 13 | 21.52500909570 | 112.40927200000 | -7.01723919651 |
| 14 | 23.49880106780 | 112.18472741700 | -7.14665252094 |
| 15 | 22.64146169270 | 112.33763631900 | -6.89239706348 |
| 16 | 23.02546044620 | 112.20296622800 | -7.17816546505 |
| 17 | 24.69421365980 | 112.14191690100 | -7.35932667243 |
| 18 | 24.53495722370 | 112.11068614300 | -7.32398726744 |
| 19 | 23.99151725470 | 112.33205937600 | -7.08294929876 |
| 20 | 23.64109874390 | 112.38027504600 | -7.14191777984 |
| 21 | 23.63784657360 | 112.29389636100 | -6.91912665943 |
| 22 | 21.68668719040 | 112.47380143300 | -7.18204862302 |
| 23 | 24.19599174620 | 112.21947958300 | -7.24944752322 |
| 24 | 22.35919449560 | 112.22747413700 | -7.10214070576 |
| 25 | 23.83734809490 | 112.26498927900 | -7.28293668269 |

| No | LST (<i>Land Surface Temperature</i>) | POINT_X | POINT_Y |
|----|---|-----------------|----------------|
| 26 | 25.09288080630 | 112.32888517000 | -7.20183255940 |
| 27 | 24.10972717960 | 112.35275019300 | -6.92747422186 |
| 28 | 22.96942804470 | 112.32143724700 | -7.05847058932 |
| 29 | 21.54110211010 | 112.50387600500 | -7.05649725523 |
| 30 | 26.43595520110 | 112.34875003100 | -7.19405526443 |
| 31 | 23.33046601160 | 112.23703001800 | -7.25674575545 |
| 32 | 23.10923392300 | 112.23147007400 | -7.01177243904 |
| 33 | 23.04635047240 | 112.21445003500 | -7.13268931514 |
| 34 | 24.44912488130 | 112.23752493500 | -7.26883056942 |
| 35 | 22.23571159870 | 112.38527901700 | -7.06853128367 |
| 36 | 22.55336231660 | 112.34411727500 | -7.26160653003 |
| 37 | 22.39577435160 | 112.33847489000 | -6.92058747807 |
| 38 | 21.16632749350 | 112.09411114900 | -7.38057967418 |
| 39 | 24.71739848450 | 112.31973150300 | -7.24331650216 |
| 40 | 22.86945098670 | 112.34306243400 | -7.12751131650 |
| 41 | 22.76633365890 | 112.36449404900 | -6.93756280412 |
| 42 | 22.31288391020 | 112.32086847400 | -7.25539733258 |
| 43 | 23.14732658470 | 112.38838618000 | -7.08765570664 |
| 44 | 24.35280189530 | 112.35964442600 | -7.29477010607 |
| 45 | 24.27292746550 | 112.19295118000 | -7.34582059424 |
| 46 | 22.47463445900 | 112.43385775200 | -7.11077263517 |
| 47 | 24.50840721690 | 112.13340061500 | -7.28809913355 |
| 48 | 25.49227882330 | 112.41918237200 | -7.11841259676 |
| 49 | 22.72118424790 | 112.32969014500 | -6.96754817707 |
| 50 | 21.95571646360 | 112.27646514400 | -7.03544949537 |
| 51 | 22.55439929930 | 112.24583243500 | -7.27477441750 |
| 52 | 22.89727918410 | 112.23457801000 | -6.94064049561 |
| 53 | 25.08403267470 | 112.24968430200 | -7.22696908001 |

| No | LST (<i>Land Surface Temperature</i>) | POINT_X | POINT_Y |
|----|---|-----------------|----------------|
| 54 | 21.67796867050 | 112.43688640100 | -7.07093228392 |
| 55 | 24.30574129120 | 112.28078820500 | -6.88685836626 |
| 56 | 21.52420363880 | 112.34642329600 | -7.10039734875 |
| 57 | 21.80050909910 | 112.25432510300 | -6.99310668893 |
| 58 | 26.23974026240 | 112.24808754800 | -7.15758553144 |
| 59 | 22.80082854150 | 112.24329485900 | -7.01454521312 |
| 60 | 27.31545006370 | 112.36737031800 | -7.17737494747 |
| 61 | 22.20715358930 | 112.23448876200 | -6.96991081544 |
| 62 | 22.88153035140 | 112.21868536000 | -6.95746770344 |
| 63 | 22.12421377170 | 112.14654644000 | -7.16694315541 |
| 64 | 25.74790621450 | 112.40064428600 | -7.24791548846 |
| 65 | 22.07473591390 | 112.24752024400 | -7.25961167686 |
| 66 | 22.02820501140 | 112.17771611400 | -7.21437983681 |
| 67 | 24.27221838350 | 112.12299454100 | -7.20838322147 |
| 68 | 25.45487168820 | 112.19498929000 | -7.30641446235 |
| 69 | 22.03515817690 | 112.43565931300 | -7.00228541347 |
| 70 | 21.62454047610 | 112.29788747900 | -7.34903771211 |
| 71 | 22.08210099870 | 112.25848678400 | -7.08947453115 |
| 72 | 21.65855322890 | 112.45444266100 | -7.09879232234 |
| 73 | 22.50965267870 | 112.32529758700 | -7.14004228785 |
| 74 | 21.49855253180 | 112.27933806600 | -7.08222495401 |
| 75 | 21.54879082850 | 112.41560981400 | -7.02526858614 |
| 76 | 20.06159070050 | 112.50720926100 | -7.08273345564 |
| 77 | 21.93574927030 | 112.39550362600 | -7.04315495868 |
| 78 | 25.80865298120 | 112.28516874800 | -7.13407500085 |
| 79 | 23.81620815930 | 112.33151808800 | -7.21916760020 |
| 80 | 23.07099295540 | 112.30615521400 | -6.90903809783 |
| 81 | 24.37861420710 | 112.26173268400 | -7.33500374438 |

| No | LST (<i>Land Surface Temperature</i>) | POINT_X | POINT_Y |
|-----|---|-----------------|----------------|
| 82 | 24.26868280440 | 112.41163360600 | -6.87056168871 |
| 83 | 23.67056865780 | 112.43011463100 | -6.88630235844 |
| 84 | 21.23481937950 | 112.30151534900 | -7.08739756932 |
| 85 | 23.45720579200 | 112.21448602800 | -7.20246679299 |
| 86 | 24.94809939730 | 112.17145887900 | -7.31664441592 |
| 87 | 24.16634624990 | 112.09567819300 | -7.28327525340 |
| 88 | 21.78644212120 | 112.36881546500 | -6.92525812850 |
| 89 | 24.42120796880 | 112.31396445800 | -7.21010745676 |
| 90 | 22.60972945310 | 112.33728603100 | -6.91021135182 |
| 91 | 21.18253419000 | 112.28843349300 | -7.01698638045 |
| 92 | 21.87201801370 | 112.33794089600 | -7.16025787515 |
| 93 | 24.09194472670 | 112.21714199700 | -7.23421701783 |
| 94 | 22.48013783710 | 112.37497754300 | -6.88793574656 |
| 95 | 24.73750330940 | 112.41614441500 | -6.88714272226 |
| 96 | 22.71285801790 | 112.41426158800 | -6.93483736195 |
| 97 | 22.65984357560 | 112.31877504600 | -7.07682562782 |
| 98 | 21.55173569620 | 112.22096134300 | -6.98763608375 |
| 99 | 25.63698383460 | 112.40987064500 | -7.11686394450 |
| 100 | 24.55409243300 | 112.10878085300 | -7.35193559088 |
| 101 | 22.62018404560 | 112.38729653900 | -6.91380785546 |
| 102 | 20.97577356100 | 112.30938711000 | -7.06486385929 |
| 103 | 23.29207882150 | 112.27353468900 | -6.90317417675 |
| 104 | 20.39063524750 | 112.54250221400 | -7.05854035068 |
| 105 | 21.59768310360 | 112.31353919000 | -6.96648434793 |
| 106 | 23.79341684150 | 112.18279817600 | -7.09349989522 |
| 107 | 21.24252117060 | 112.33151961500 | -6.98989475212 |
| 108 | 23.62553254940 | 112.19267843500 | -6.90005433936 |
| 109 | 22.15348519300 | 112.35199917100 | -7.02037861158 |

| No | LST (<i>Land Surface Temperature</i>) | POINT_X | POINT_Y |
|-----|---|-----------------|----------------|
| 110 | 21.90642653310 | 112.21823541500 | -6.96680347886 |
| 111 | 21.52131859370 | 112.30816979800 | -7.05116034680 |
| 112 | 21.40855256310 | 112.51281687700 | -7.04973473494 |
| 113 | 21.74959989360 | 112.31767613400 | -7.15013819418 |
| 114 | 24.20967812290 | 112.44240445900 | -7.16394474242 |
| 115 | 24.83050294280 | 112.24722729100 | -7.31285303672 |
| 116 | 23.01974097700 | 112.18105325000 | -7.11063079162 |
| 117 | 26.28899092500 | 112.12180954400 | -7.26589826996 |
| 118 | 24.12087509450 | 112.19422500900 | -7.32445394940 |
| 119 | 22.58972242100 | 112.26254201800 | -7.06239613222 |
| 120 | 22.96368789100 | 112.46273932100 | -7.18387407822 |
| 121 | 21.40633657340 | 112.43798953100 | -7.03821238986 |
| 122 | 20.70120923840 | 112.44492792600 | -7.12635162018 |
| 123 | 23.62720871810 | 112.40150949100 | -7.28566736491 |
| 124 | 22.43931558940 | 112.25805921400 | -7.29162869764 |
| 125 | 25.56631721660 | 112.26501897800 | -7.12629908395 |
| 126 | 22.80068777210 | 112.27995549400 | -7.20653880158 |
| 127 | 25.25299981150 | 112.39023729700 | -7.22407985891 |
| 128 | 23.75169265280 | 112.25629646900 | -6.90440261900 |
| 129 | 21.87934757060 | 112.28299200400 | -7.35715069585 |
| 130 | 24.19768537630 | 112.42890041500 | -6.86826331381 |
| 131 | 21.93949030650 | 112.45609272900 | -7.19306484670 |
| 132 | 22.47707056180 | 112.22755256400 | -7.22511731411 |
| 133 | 24.58023807180 | 112.37322194300 | -7.30215142109 |
| 134 | 20.96543138550 | 112.47503767300 | -7.05760867444 |
| 135 | 24.16540571350 | 112.41077447600 | -6.91484456019 |
| 136 | 25.10066803140 | 112.20707613100 | -7.23375664254 |
| 137 | 24.10554244650 | 112.36302564700 | -7.27673076354 |

| No | LST (<i>Land Surface Temperature</i>) | POINT_X | POINT_Y |
|-----|---|-----------------|----------------|
| 138 | 21.22618190770 | 112.49477562200 | -7.02608630434 |
| 139 | 22.65508199490 | 112.27537452500 | -7.18302618436 |
| 140 | 21.93672077230 | 112.48473276300 | -7.09304147527 |
| 141 | 23.05656049780 | 112.37513365700 | -6.98633983822 |
| 142 | 24.40732191760 | 112.26115415200 | -7.14657099383 |
| 143 | 25.07710004970 | 112.13297903600 | -7.34751031666 |
| 144 | 25.19928582260 | 112.41097284800 | -7.20889151038 |
| 145 | 22.46074831590 | 112.24338021000 | -6.95425785786 |
| 146 | 24.34762818990 | 112.31248118100 | -7.12759800637 |
| 147 | 24.44125455150 | 112.08945784300 | -7.31220736852 |
| 148 | 22.43531675630 | 112.26382520400 | -6.97118848038 |
| 149 | 23.37582246360 | 112.31903615100 | -7.34144218562 |
| 150 | 22.36533053010 | 112.38792259400 | -6.92840356124 |
| 151 | 24.45799449700 | 112.18913376700 | -7.24853912516 |
| 152 | 25.37331021150 | 112.18264528800 | -7.32994600442 |
| 153 | 24.14324324060 | 112.29784229400 | -6.97580133465 |
| 154 | 25.71207368290 | 112.32996570700 | -7.18982145174 |
| 155 | 25.43317957580 | 112.15908635500 | -7.14579746848 |
| 156 | 22.41507978100 | 112.26240727200 | -6.99781541222 |
| 157 | 25.82250908100 | 112.37999499300 | -7.23400237019 |
| 158 | 23.67467780110 | 112.32659830900 | -6.88572622707 |
| 159 | 21.74376715340 | 112.34088519500 | -7.07538900810 |
| 160 | 22.77734480650 | 112.43279762200 | -7.02551420614 |
| 161 | 24.04005116020 | 112.17845809600 | -7.28432724835 |
| 162 | 22.61606816180 | 112.28200817000 | -7.25412994370 |
| 163 | 25.56609014930 | 112.31717081700 | -6.87985092686 |
| 164 | 22.56619002130 | 112.40107576400 | -7.10488357966 |
| 165 | 23.44013555670 | 112.25118728500 | -7.20677459797 |

| No | LST (<i>Land Surface Temperature</i>) | POINT_X | POINT_Y |
|-----|---|-----------------|----------------|
| 166 | 24.40949688970 | 112.17534672400 | -7.23115860143 |
| 167 | 24.93230440400 | 112.30802796800 | -7.17937314825 |
| 168 | 24.61080060140 | 112.14551682100 | -7.25153954452 |
| 169 | 21.74946708200 | 112.37675173000 | -7.00953639572 |
| 170 | 24.65591573100 | 112.36036419700 | -7.24503931417 |
| 171 | 25.16177641110 | 112.43941468400 | -7.14617490819 |
| 172 | 24.31027603440 | 112.36158435800 | -7.25415376005 |
| 173 | 21.34582110400 | 112.29995473800 | -6.99613118665 |
| 174 | 21.66703369110 | 112.45519099800 | -7.08696700744 |
| 175 | 24.30807525620 | 112.30866122100 | -6.87370693287 |
| 176 | 20.73433477350 | 112.46538349800 | -7.03920491787 |
| 177 | 21.10386891160 | 112.50481822700 | -7.17625882765 |
| 178 | 24.63542571000 | 112.13304243100 | -7.36394399163 |
| 179 | 22.53820211830 | 112.46007162800 | -7.17334210448 |
| 180 | 23.58201669500 | 112.31956356500 | -7.28364419974 |
| 181 | 22.04314565100 | 112.34308879600 | -6.87978185883 |
| 182 | 25.09097050830 | 112.16146594900 | -7.28300998847 |
| 183 | 20.66055220790 | 112.48785969100 | -7.01735533010 |
| 184 | 23.58962523970 | 112.09292989600 | -7.32785753813 |
| 185 | 21.63248724820 | 112.38031790800 | -7.02431353056 |
| 186 | 24.46284771310 | 112.13462079900 | -7.29773211854 |
| 187 | 20.99966527720 | 112.31954628700 | -7.01565319841 |
| 188 | 22.79405225290 | 112.22373285700 | -7.03116285741 |
| 189 | 24.79908049970 | 112.41552962600 | -7.15225313407 |
| 190 | 24.64148523980 | 112.11585338800 | -7.36361968072 |
| 191 | 24.65944252200 | 112.29270598400 | -7.19798724832 |
| 192 | 25.94181468390 | 112.23948580200 | -7.10388802111 |
| 193 | 22.72040012200 | 112.26137462600 | -7.21080997939 |

| No | LST (<i>Land Surface Temperature</i>) | POINT_X | POINT_Y |
|-----|---|-----------------|----------------|
| 194 | 25.01992761580 | 112.25734628300 | -7.30159718584 |
| 195 | 22.76342302180 | 112.15306466700 | -7.22011119633 |
| 196 | 23.00659185340 | 112.22538560800 | -6.93574787116 |
| 197 | 21.66476857280 | 112.51645457200 | -7.06193033350 |
| 198 | 25.48140111360 | 112.25402368300 | -7.11619860245 |
| 199 | 22.52826513620 | 112.32328071200 | -7.32122880719 |
| 200 | 21.36490580480 | 112.43993186600 | -7.05025884207 |

Lampiran 2 Titik Sampel NDVI

| No | NDVI | POINT_X | POINT_Y |
|----|---------------|-----------------|----------------|
| 1 | 0.17230874971 | 112.46878301400 | -7.02146938733 |
| 2 | 0.17942992567 | 112.27917687000 | -6.98219960084 |
| 3 | 0.42506513238 | 112.18710872100 | -7.18025647174 |
| 4 | 0.24079317627 | 112.32799954100 | -7.17325833504 |
| 5 | 0.21333690961 | 112.26270738900 | -6.98158417303 |
| 6 | 0.36386974923 | 112.28634337300 | -6.94322092307 |
| 7 | 0.35057810499 | 112.32427461100 | -6.91461435445 |
| 8 | 0.16201421585 | 112.40416009700 | -7.27392479934 |
| 9 | 0.27780434213 | 112.30609285700 | -7.31416837573 |
| 10 | 0.35346338038 | 112.29356285200 | -7.10281443199 |
| 11 | 0.18518132639 | 112.27206198800 | -7.09251736418 |
| 12 | 0.19136300252 | 112.41298046200 | -7.00347879361 |
| 13 | 0.01452330655 | 112.40927200000 | -7.01723919651 |
| 14 | 0.20097175401 | 112.18472741700 | -7.14665252094 |
| 15 | 0.38742701446 | 112.33763631900 | -6.89239706348 |
| 16 | 0.39259940944 | 112.20296622800 | -7.17816546505 |
| 17 | 0.16798867706 | 112.14191690100 | -7.35932667243 |
| 18 | 0.25652009174 | 112.11068614300 | -7.32398726744 |
| 19 | 0.19050413781 | 112.33205937600 | -7.08294929876 |
| 20 | 0.29762396062 | 112.38027504600 | -7.14191777984 |
| 21 | 0.26518296645 | 112.29389636100 | -6.91912665943 |
| 22 | 0.25338141255 | 112.47380143300 | -7.18204862302 |
| 23 | 0.30430650565 | 112.21947958300 | -7.24944752322 |
| 24 | 0.09116022990 | 112.22747413700 | -7.10214070576 |
| 25 | 0.31264404140 | 112.26498927900 | -7.28293668269 |
| 26 | 0.25790918681 | 112.32888517000 | -7.20183255940 |

| No | NDVI | POINT_X | POINT_Y |
|----|----------------|-----------------|----------------|
| 27 | 0.24970520194 | 112.35275019300 | -6.92747422186 |
| 28 | 0.15727662486 | 112.32143724700 | -7.05847058932 |
| 29 | 0.16805958551 | 112.50387600500 | -7.05649725523 |
| 30 | 0.20577708689 | 112.34875003100 | -7.19405526443 |
| 31 | 0.35183745030 | 112.23703001800 | -7.25674575545 |
| 32 | 0.18832711096 | 112.23147007400 | -7.01177243904 |
| 33 | 0.37726183302 | 112.21445003500 | -7.13268931514 |
| 34 | 0.21207080884 | 112.23752493500 | -7.26883056942 |
| 35 | 0.34752256017 | 112.38527901700 | -7.06853128367 |
| 36 | 0.33536445664 | 112.34411727500 | -7.26160653003 |
| 37 | 0.41698470695 | 112.33847489000 | -6.92058747807 |
| 38 | 0.42039474528 | 112.09411114900 | -7.38057967418 |
| 39 | 0.30278245534 | 112.31973150300 | -7.24331650216 |
| 40 | 0.15491340127 | 112.34306243400 | -7.12751131650 |
| 41 | 0.36797011046 | 112.36449404900 | -6.93756280412 |
| 42 | 0.32090399318 | 112.32086847400 | -7.25539733258 |
| 43 | 0.20677179466 | 112.38838618000 | -7.08765570664 |
| 44 | 0.31850476694 | 112.35964442600 | -7.29477010607 |
| 45 | 0.27295723823 | 112.19295118000 | -7.34582059424 |
| 46 | 0.19263318273 | 112.43385775200 | -7.11077263517 |
| 47 | 0.32171948394 | 112.13340061500 | -7.28809913355 |
| 48 | 0.20649102839 | 112.41918237200 | -7.11841259676 |
| 49 | 0.31197915582 | 112.32969014500 | -6.96754817707 |
| 50 | 0.22323095029 | 112.27646514400 | -7.03544949537 |
| 51 | 0.33979221921 | 112.24583243500 | -7.27477441750 |
| 52 | 0.37691016956 | 112.23457801000 | -6.94064049561 |
| 53 | 0.25725816968 | 112.24968430200 | -7.22696908001 |
| 54 | -0.01750484351 | 112.43688640100 | -7.07093228392 |

| No | NDVI | POINT_X | POINT_Y |
|----|----------------|-----------------|----------------|
| 55 | 0.26016923817 | 112.28078820500 | -6.88685836626 |
| 56 | 0.41422064982 | 112.34642329600 | -7.10039734875 |
| 57 | 0.14080322851 | 112.25432510300 | -6.99310668893 |
| 58 | 0.19145544042 | 112.24808754800 | -7.15758553144 |
| 59 | -0.02209050034 | 112.24329485900 | -7.01454521312 |
| 60 | 0.15429723971 | 112.36737031800 | -7.17737494747 |
| 61 | 0.38647086405 | 112.23448876200 | -6.96991081544 |
| 62 | 0.33457439882 | 112.21868536000 | -6.95746770344 |
| 63 | 0.32801244531 | 112.14654644000 | -7.16694315541 |
| 64 | 0.15424625699 | 112.40064428600 | -7.24791548846 |
| 65 | 0.38450014100 | 112.24752024400 | -7.25961167686 |
| 66 | 0.34282396041 | 112.17771611400 | -7.21437983681 |
| 67 | 0.19738950827 | 112.12299454100 | -7.20838322147 |
| 68 | 0.15548555610 | 112.19498929000 | -7.30641446235 |
| 69 | -0.02026215168 | 112.43565931300 | -7.00228541347 |
| 70 | 0.36423423470 | 112.29788747900 | -7.34903771211 |
| 71 | 0.23371835131 | 112.25848678400 | -7.08947453115 |
| 72 | 0.25404475724 | 112.45444266100 | -7.09879232234 |
| 73 | 0.16567647729 | 112.32529758700 | -7.14004228785 |
| 74 | 0.05057516326 | 112.27933806600 | -7.08222495401 |
| 75 | 0.00515459507 | 112.41560981400 | -7.02526858614 |
| 76 | 0.38957972898 | 112.50720926100 | -7.08273345564 |
| 77 | 0.10351349143 | 112.39550362600 | -7.04315495868 |
| 78 | 0.16552667433 | 112.28516874800 | -7.13407500085 |
| 79 | 0.33931456118 | 112.33151808800 | -7.21916760020 |
| 80 | 0.35677254969 | 112.30615521400 | -6.90903809783 |
| 81 | 0.25340262043 | 112.26173268400 | -7.33500374438 |
| 82 | 0.17707370307 | 112.41163360600 | -6.87056168871 |

| No | NDVI | POINT_X | POINT_Y |
|-----|---------------|-----------------|----------------|
| 83 | 0.26215056646 | 112.43011463100 | -6.88630235844 |
| 84 | 0.31468558120 | 112.30151534900 | -7.08739756932 |
| 85 | 0.37656840408 | 112.21448602800 | -7.20246679299 |
| 86 | 0.31797624369 | 112.17145887900 | -7.31664441592 |
| 87 | 0.30109842057 | 112.09567819300 | -7.28327525340 |
| 88 | 0.36495931620 | 112.36881546500 | -6.92525812850 |
| 89 | 0.28248228312 | 112.31396445800 | -7.21010745676 |
| 90 | 0.35240542009 | 112.33728603100 | -6.91021135182 |
| 91 | 0.39887675528 | 112.28843349300 | -7.01698638045 |
| 92 | 0.12158487033 | 112.33794089600 | -7.16025787515 |
| 93 | 0.28004194807 | 112.21714199700 | -7.23421701783 |
| 94 | 0.39600459269 | 112.37497754300 | -6.88793574656 |
| 95 | 0.27254752372 | 112.41614441500 | -6.88714272226 |
| 96 | 0.28863265177 | 112.41426158800 | -6.93483736195 |
| 97 | 0.32099753274 | 112.31877504600 | -7.07682562782 |
| 98 | 0.16102556858 | 112.22096134300 | -6.98763608375 |
| 99 | 0.13899859160 | 112.40987064500 | -7.11686394450 |
| 100 | 0.25455100679 | 112.10878085300 | -7.35193559088 |
| 101 | 0.35324893860 | 112.38729653900 | -6.91380785546 |
| 102 | 0.44436560874 | 112.30938711000 | -7.06486385929 |
| 103 | 0.33407368378 | 112.27353468900 | -6.90317417675 |
| 104 | 0.27629150532 | 112.54250221400 | -7.05854035068 |
| 105 | 0.33392062406 | 112.31353919000 | -6.96648434793 |
| 106 | 0.22163555532 | 112.18279817600 | -7.09349989522 |
| 107 | 0.25369384947 | 112.33151961500 | -6.98989475212 |
| 108 | 0.35246474338 | 112.19267843500 | -6.90005433936 |
| 109 | 0.15355550001 | 112.35199917100 | -7.02037861158 |
| 110 | 0.40523326750 | 112.21823541500 | -6.96680347886 |

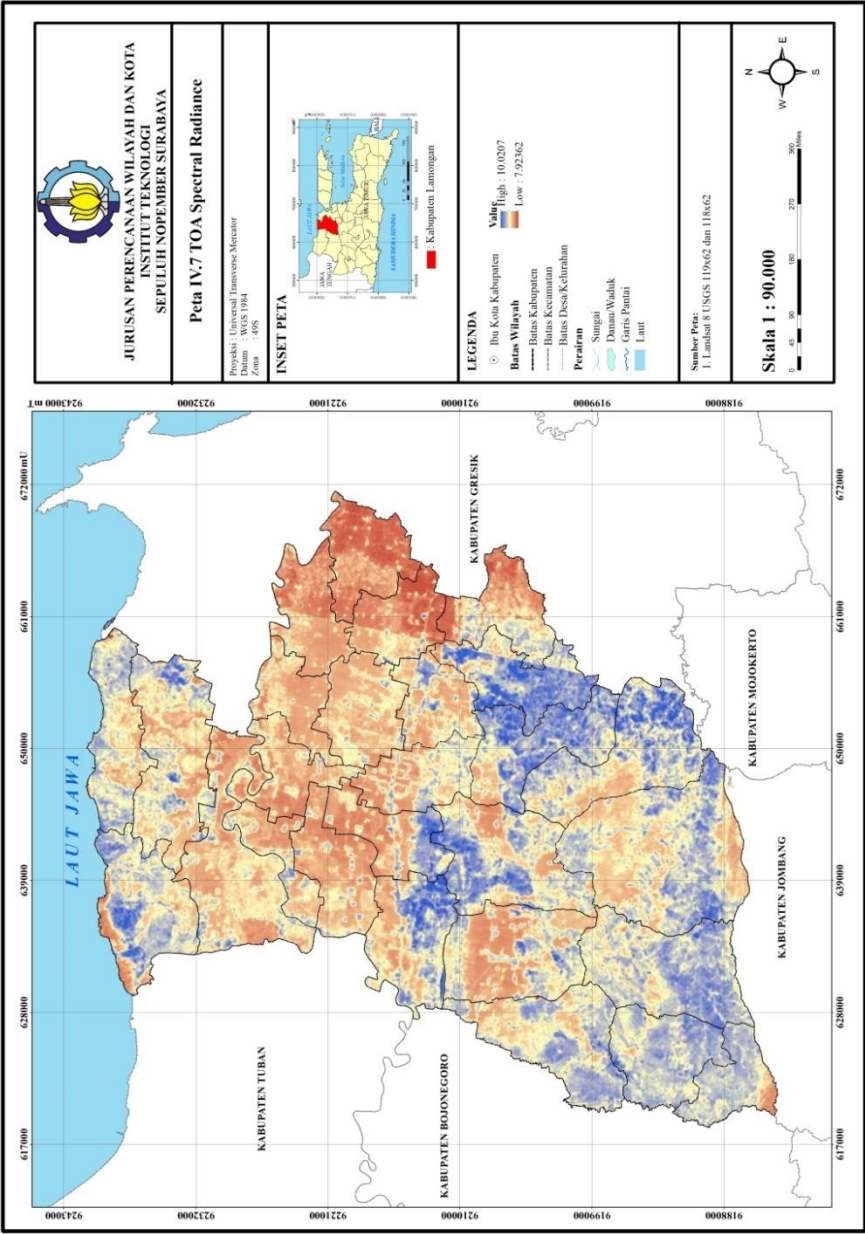
| No | NDVI | POINT_X | POINT_Y |
|-----|---------------|-----------------|----------------|
| 111 | 0.25848105678 | 112.30816979800 | -7.05116034680 |
| 112 | 0.25582426829 | 112.51281687700 | -7.04973473494 |
| 113 | 0.32147939431 | 112.31767613400 | -7.15013819418 |
| 114 | 0.20720901512 | 112.44240445900 | -7.16394474242 |
| 115 | 0.20660369700 | 112.24722729100 | -7.31285303672 |
| 116 | 0.31044779255 | 112.18105325000 | -7.11063079162 |
| 117 | 0.17215942467 | 112.12180954400 | -7.26589826996 |
| 118 | 0.26129986514 | 112.19422500900 | -7.32445394940 |
| 119 | 0.35054144278 | 112.26254201800 | -7.06239613222 |
| 120 | 0.22162779266 | 112.46273932100 | -7.18387407822 |
| 121 | 0.04187293029 | 112.43798953100 | -7.03821238986 |
| 122 | 0.32500082554 | 112.44492792600 | -7.12635162018 |
| 123 | 0.29734386972 | 112.40150949100 | -7.28566736491 |
| 124 | 0.34366068453 | 112.25805921400 | -7.29162869764 |
| 125 | 0.26780092774 | 112.26501897800 | -7.12629908395 |
| 126 | 0.34495800541 | 112.27995549400 | -7.20653880158 |
| 127 | 0.32316378107 | 112.39023729700 | -7.22407985891 |
| 128 | 0.32692775130 | 112.25629646900 | -6.90440261900 |
| 129 | 0.30102431027 | 112.28299200400 | -7.35715069585 |
| 130 | 0.03595781885 | 112.42890041500 | -6.86826331381 |
| 131 | 0.13917914380 | 112.45609272900 | -7.19306484670 |
| 132 | 0.43545954751 | 112.22755256400 | -7.22511731411 |
| 133 | 0.25178714243 | 112.37322194300 | -7.30215142109 |
| 134 | 0.09533712903 | 112.47503767300 | -7.05760867444 |
| 135 | 0.18089729429 | 112.41077447600 | -6.91484456019 |
| 136 | 0.25831420646 | 112.20707613100 | -7.23375664254 |
| 137 | 0.31177002625 | 112.36302564700 | -7.27673076354 |
| 138 | 0.26707069422 | 112.49477562200 | -7.02608630434 |

| No | NDVI | POINT_X | POINT_Y |
|-----|---------------|-----------------|----------------|
| 139 | 0.40270751936 | 112.27537452500 | -7.18302618436 |
| 140 | 0.17070650857 | 112.48473276300 | -7.09304147527 |
| 141 | 0.11099133104 | 112.37513365700 | -6.98633983822 |
| 142 | 0.25742682350 | 112.26115415200 | -7.14657099383 |
| 143 | 0.21912271347 | 112.13297903600 | -7.34751031666 |
| 144 | 0.22474230248 | 112.41097284800 | -7.20889151038 |
| 145 | 0.40565747340 | 112.24338021000 | -6.95425785786 |
| 146 | 0.17990907931 | 112.31248118100 | -7.12759800637 |
| 147 | 0.28789654926 | 112.08945784300 | -7.31220736852 |
| 148 | 0.09269025772 | 112.26382520400 | -6.97118848038 |
| 149 | 0.31018410383 | 112.31903615100 | -7.34144218562 |
| 150 | 0.30020572519 | 112.38792259400 | -6.92840356124 |
| 151 | 0.29275914905 | 112.18913376700 | -7.24853912516 |
| 152 | 0.11049755419 | 112.18264528800 | -7.32994600442 |
| 153 | 0.27754547958 | 112.29784229400 | -6.97580133465 |
| 154 | 0.24508878459 | 112.32996570700 | -7.18982145174 |
| 155 | 0.21276211746 | 112.15908635500 | -7.14579746848 |
| 156 | 0.03831047840 | 112.26240727200 | -6.99781541222 |
| 157 | 0.24401555209 | 112.37999499300 | -7.23400237019 |
| 158 | 0.29744904072 | 112.32659830900 | -6.88572622707 |
| 159 | 0.41299698603 | 112.34088519500 | -7.07538900810 |
| 160 | 0.14919036585 | 112.43279762200 | -7.02551420614 |
| 161 | 0.26960130346 | 112.17845809600 | -7.28432724835 |
| 162 | 0.30097142786 | 112.28200817000 | -7.25412994370 |
| 163 | 0.29839932637 | 112.31717081700 | -6.87985092686 |
| 164 | 0.17850675245 | 112.40107576400 | -7.10488357966 |
| 165 | 0.32864568226 | 112.25118728500 | -7.20677459797 |
| 166 | 0.30208409989 | 112.17534672400 | -7.23115860143 |

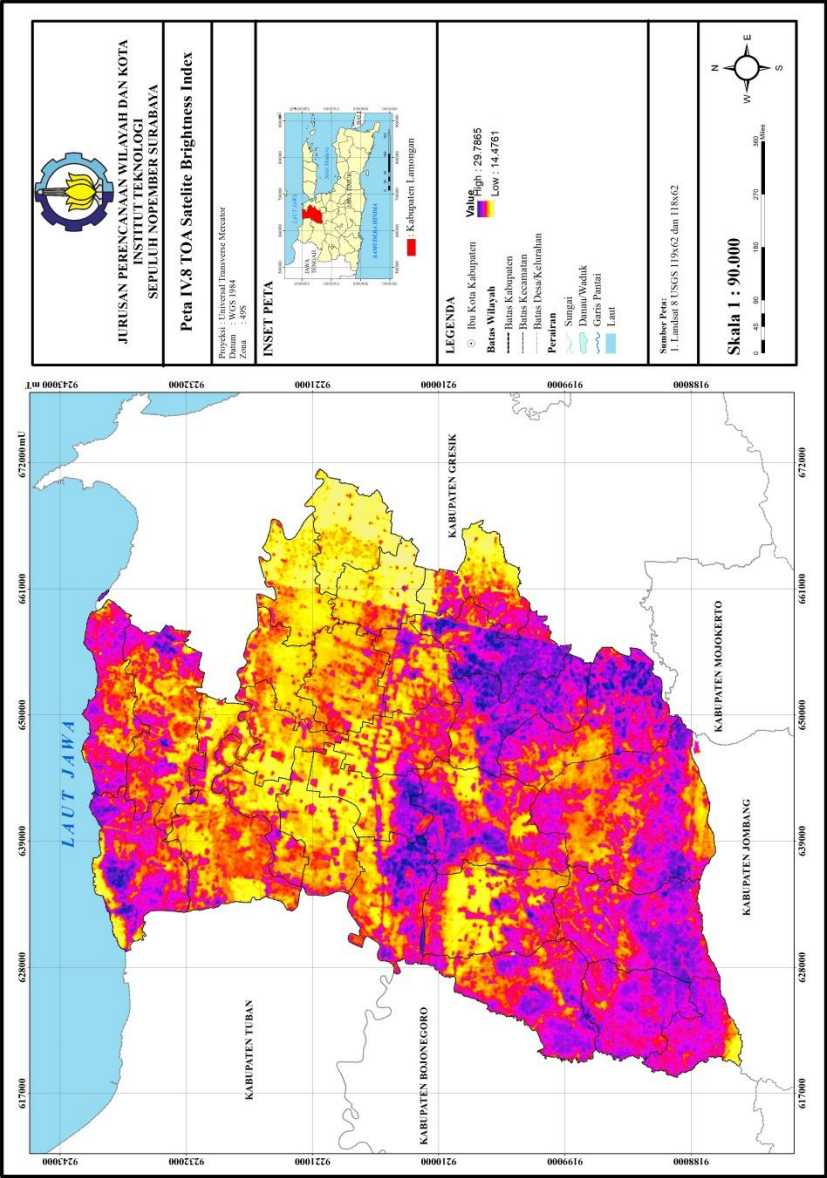
| No | NDVI | POINT_X | POINT_Y |
|------------|----------------|-----------------|----------------|
| 167 | 0.18357879464 | 112.30802796800 | -7.17937314825 |
| 168 | 0.25076956427 | 112.14551682100 | -7.25153954452 |
| 169 | 0.03076881354 | 112.37675173000 | -7.00953639572 |
| 170 | 0.27419582840 | 112.36036419700 | -7.24503931417 |
| 171 | 0.16317351824 | 112.43941468400 | -7.14617490819 |
| 172 | 0.18128667805 | 112.36158435800 | -7.25415376005 |
| 173 | 0.42965331757 | 112.29995473800 | -6.99613118665 |
| 174 | 0.13357578246 | 112.45519099800 | -7.08696700744 |
| 175 | 0.26892363616 | 112.30866122100 | -6.87370693287 |
| 176 | 0.10437343690 | 112.46538349800 | -7.03920491787 |
| 177 | 0.35299826934 | 112.50481822700 | -7.17625882765 |
| 178 | 0.23018343490 | 112.13304243100 | -7.36394399163 |
| 179 | 0.27797710048 | 112.46007162800 | -7.17334210448 |
| 180 | 0.27345185737 | 112.31956356500 | -7.28364419974 |
| 181 | 0.35117549579 | 112.34308879600 | -6.87978185883 |
| 182 | 0.24518407702 | 112.16146594900 | -7.28300998847 |
| 183 | 0.29178202751 | 112.48785969100 | -7.01735533010 |
| 184 | 0.34570047798 | 112.09292989600 | -7.32785753813 |
| 185 | -0.02123830960 | 112.38031790800 | -7.02431353056 |
| 186 | 0.18453556501 | 112.13462079900 | -7.29773211854 |
| 187 | 0.38366657030 | 112.31954628700 | -7.01565319841 |
| 188 | 0.02545111230 | 112.22373285700 | -7.03116285741 |
| 189 | 0.18500601295 | 112.41552962600 | -7.15225313407 |
| 190 | 0.17254494325 | 112.11585338800 | -7.36361968072 |
| 191 | 0.23396570557 | 112.29270598400 | -7.19798724832 |
| 192 | 0.13220856199 | 112.23948580200 | -7.10388802111 |
| 193 | -0.00826413478 | 112.26137462600 | -7.21080997939 |
| 194 | 0.23878220500 | 112.25734628300 | -7.30159718584 |

| No | NDVI | POINT_X | POINT_Y |
|-----|---------------|-----------------|-----------------|
| 195 | 0.30871044560 | 112.15306466700 | -7.220111119633 |
| 196 | 0.32485881435 | 112.22538560800 | -6.93574787116 |
| 197 | 0.22332209590 | 112.51645457200 | -7.06193033350 |
| 198 | 0.16587586098 | 112.25402368300 | -7.11619860245 |
| 199 | 0.35670935731 | 112.32328071200 | -7.32122880719 |
| 200 | 0.04581265963 | 112.43993186600 | -7.05025884207 |

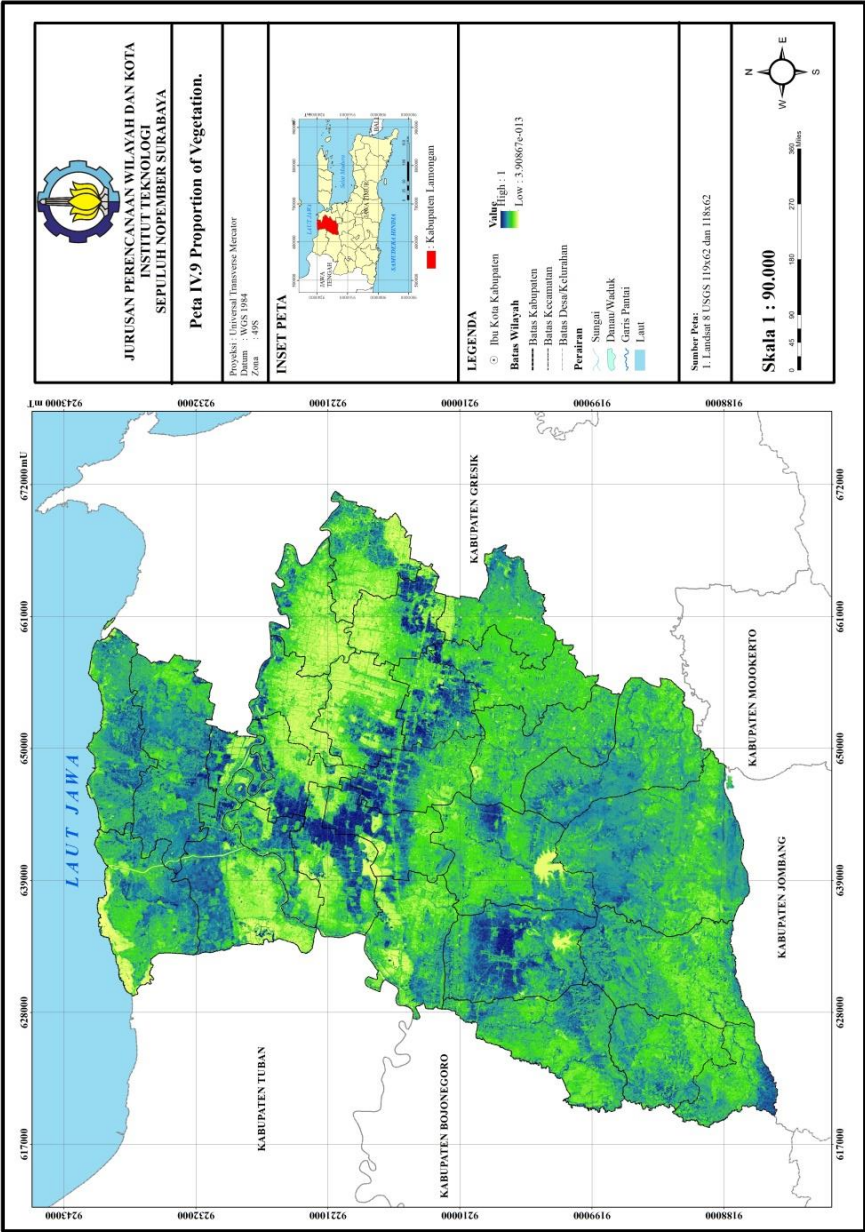
Lampiran 3 Peta Pengerjaan LST



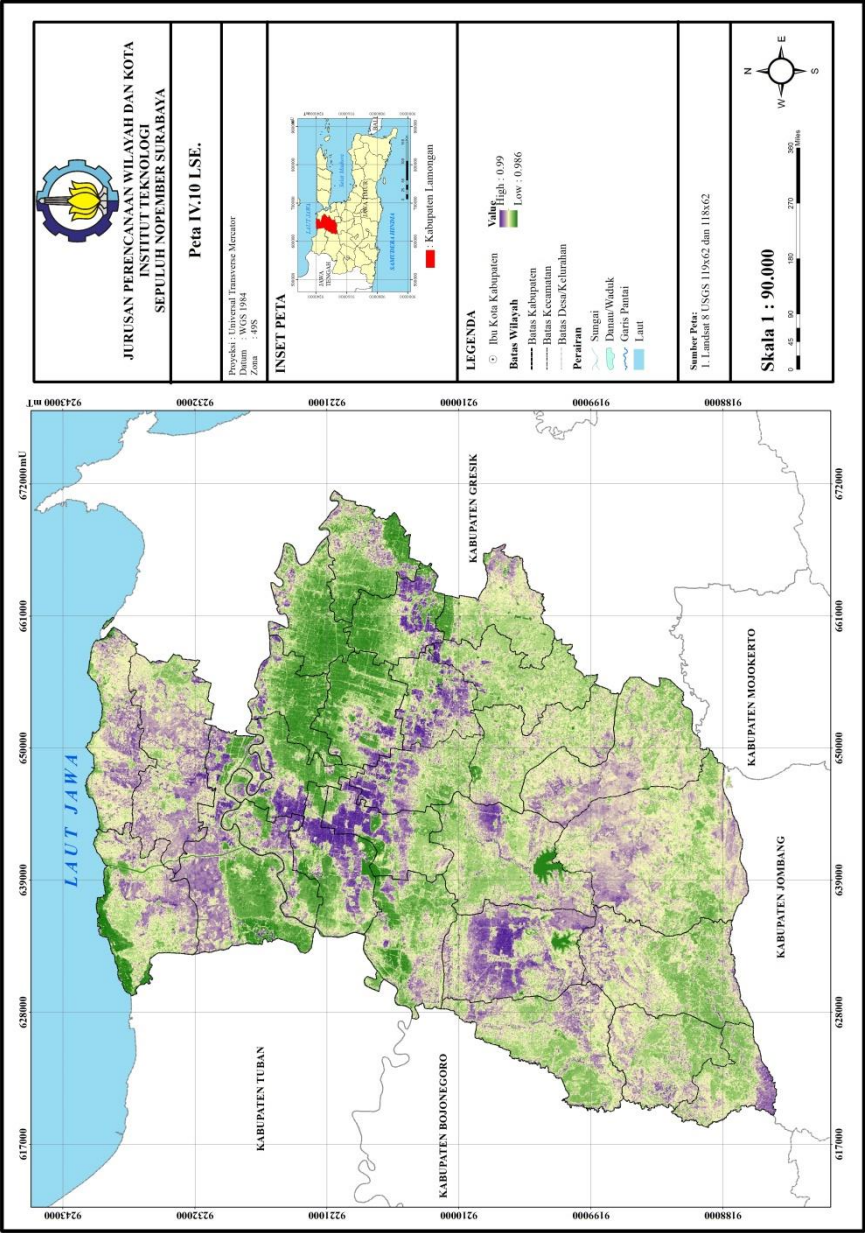
“Halaman ini sengaja dikosongkan”



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Maulana Ikram Wibisana, dilahirkan di Kota Mataram, 08 April 1996 dan merupakan anak kedua dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Dharmawanita, SDN Gading Kasri Kota Malang, SMPN 4 Kota Malang, dan SMAN 8 Kota Malang. Penulis menjadi mahasiswa ITS pada tahun 2013 dengan NRP

3613100063 melalui jalur SBMPTN Tertulis. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di beberapa kegiatan himpunan jurusan dan diluar jurusan, serta pada kegiatan luar kampus seperti mengikuti beberapa jenis *social exchange activity* pada negara Thailand, *Sawasdee project*, serta beberapa *shortcourse program* seperti ASTW Vietnam dsb. Pada tahun 2015/2016 penulis ikut andil sebagai staf ahli keilmiahan dan keorganisasian pada himpunan mahasiswa jurusan, dan sebagai *branding staff* pada AIESEC Surabaya. Pada masa perkuliahan, penulis juga berpartisipasi pada beberapa proyek, seperti proyek penyusunan RDTR Rogojampi, Banyuwangi 2017-2037, serta pada tahun ke 3 mengikuti program magang pada PT. Sinergi Visi Utama selama kurang lebih 2 bulan dengan proyek yang dihandle berupa penyusunan evaluasi ekonomi daerah Kota Tangerang, Banten. Apabila terdapat kritik dan saran terhadap tugas akhir ini, dapat dikomunikasikan melalui ikramwibisanamaulana@gmail.com.